CAPSULA ESPACIAL

Revista digital de astronáutica y espacio

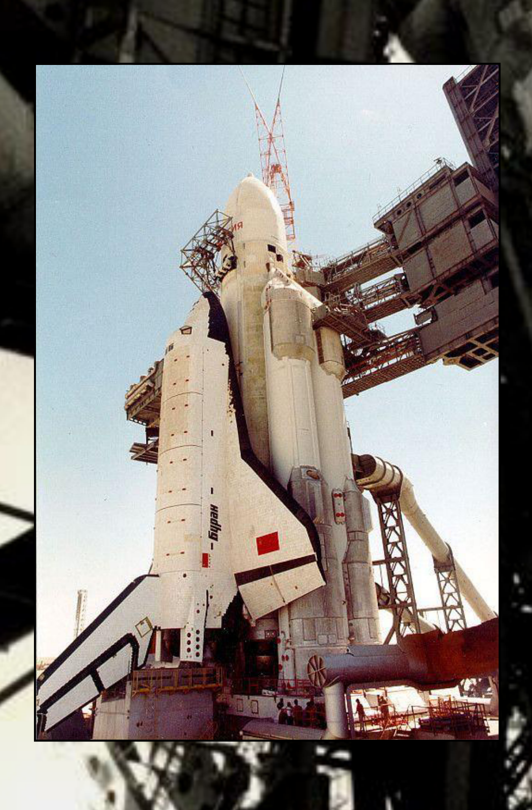
Nº 15 - 2018





BURAN

El transbordador espacial soviético



Historia

Construcción

Transportes aéreos

Complejo Espacial Baikonur

Estimados amigos

Bienvenidos a una nueva publicación *Cápsula Espacial*, aquí veremos unos de los mayores emprendimientos astronáuticos de la historia de la Agencia Espacial Soviética y del mundo, el transbordador Buran, que en conjunto con el cohete Energía fueron creados para volar hasta la órbita de Marte, siendo un vehículo que tuvo varios análogos por las posibilidades casi nulas de contar con equipos computarizados para generar los correspondientes vuelos de prueba y equipándolo con la mas alta tecnología soviética de la época, dejó un legado que llega hasta nuestros días, sin dudas un compendio de gigantismo y alta tecnología puesta al servicio del hombre.

Muchas gracias

Biagi, juan

Contacto



https://capsula-espacial.blogspot.com



https://www.instagram.com/capsula_espacial/



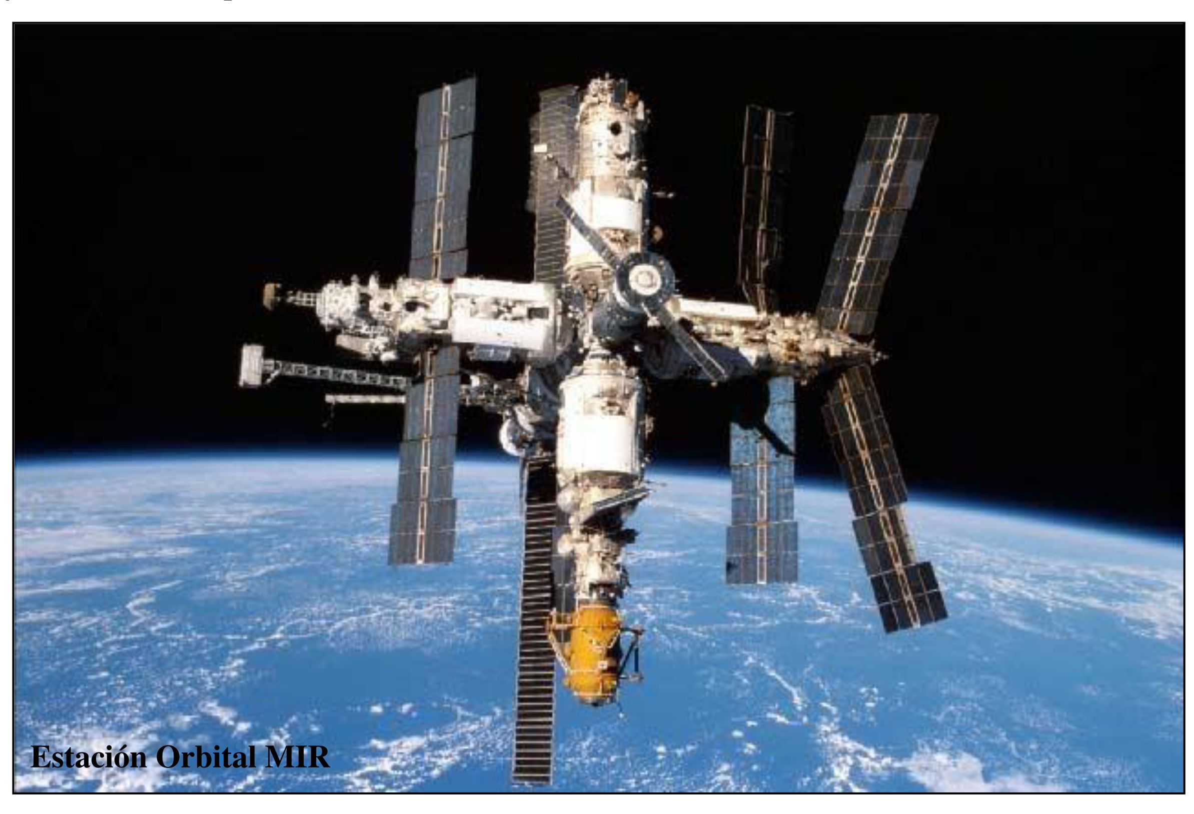
r.capsula.espacial@gmail.com

Portada: Complejo Energiya-Burán siendo izado en su plataforma de lanzamiento.

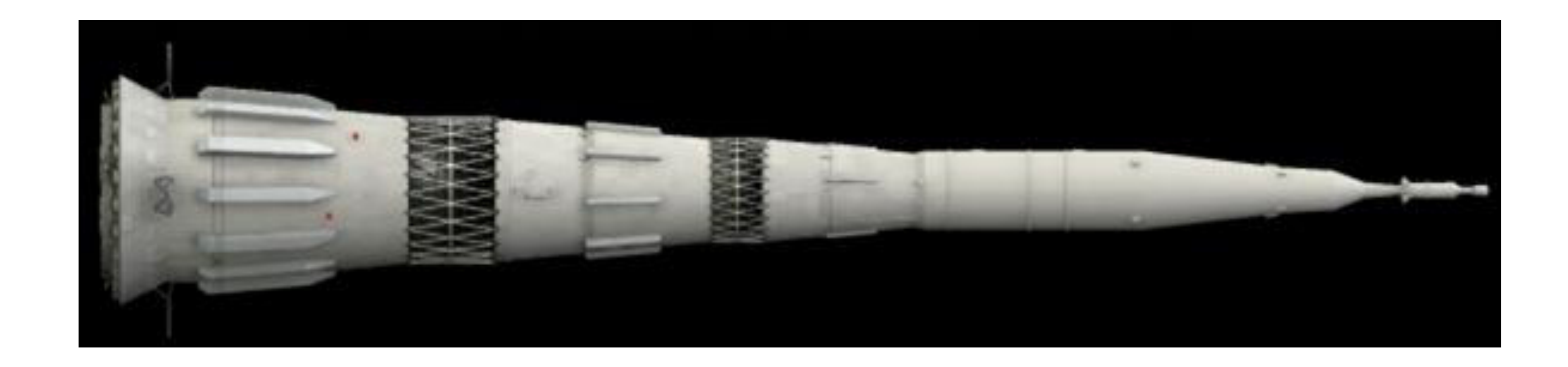
Contenido

Historia

En 1969, la Unión Soviética hizo varias modificaciones en torno a su programa espacial con respecto a los viajes lunares, los soviéticos no enviaron sus hombres a la Luna, para eso se enviaron sondas que en algunos casos recogieron muestras del suelo, pero si, se dedicaron a trabajar en estaciones espaciales del tipo Salyut, esto culminaría en la Estación Espacial MIR, que demostró entre otras cosas que el hombre podría resistir un largo viaje con destino al planeta Marte.


Estación Orbital MIR

El programa lunar tripulado fue cancelado en 1974, con el gigantesco cohete N-1 que nunca pudo llegar a hacer un vuelo exitoso, era un lanzador con capacidad para casi 100 tn en órbita baja, algo muy necesario para los requerimientos rusos, sin él, los soviéticos tendrían que emplear cohetes del tipo Protón para llevar sus cargas pesadas al espacio, pero este cohete tenía la capacidad de llevar solamente 20 tn a la órbita baja, una misión a la Luna o Marte o incluso a una estación espacial mayor harían necesario varios vuelos del Protón y el posterior ensamble en órbita.



También en esta época existían estudios sobre vehículos espaciales reutilizables; de varios proyectos, uno que salió de las mesas de diseño y fue probado varias veces fue el avión espacial del Proyecto Spiral, una pequeña nave con capacidad para un cosmonauta, aunque nunca fue lanzado al espacio, el Spiral hizo muchas pruebas de aterrizaje, siendo lanzado desde aviones y planeando rumbo a su aterrizaje.



En 1977 Estados Unidos presenta al mundo su futura nave espacial, el transbordador espacial STS-Enterprise, un gran vehículo reutilizable que podía llevar a varios astronautas, cargas y con la capacidad de reparar satélites en órbita y con un amplio rango de misiones tanto civiles como militares, el Enterprise nunca llegaría al espacio, siendo empleado solo para pruebas y vuelos cautivos cuya nave nodriza era un Boeing-747, el primer vuelo del STS tendría lugar el 12-04-1981, donde dos astronautas llevarían al Columbia a órbita en una misión de prueba de dos días y aterrizando sin dificultades en la Base Edwards de la USAF.



Los soviéticos vieron que el transbordador estadounidense podía hacer misiones militares, obviamente no agradó a Moscú y fue ordenada la construcción de un vehículo de iguales condiciones (éste se denominaría Buran -Tormenta de nieve-) los técnicos llegaron a argumentar que se podían construir vehículos reutilizables menores y más económicos, pero los militares fueron muy directos en las especificaciones técnicas del nuevo aparato y este debía ser algo de la misma capacidad.

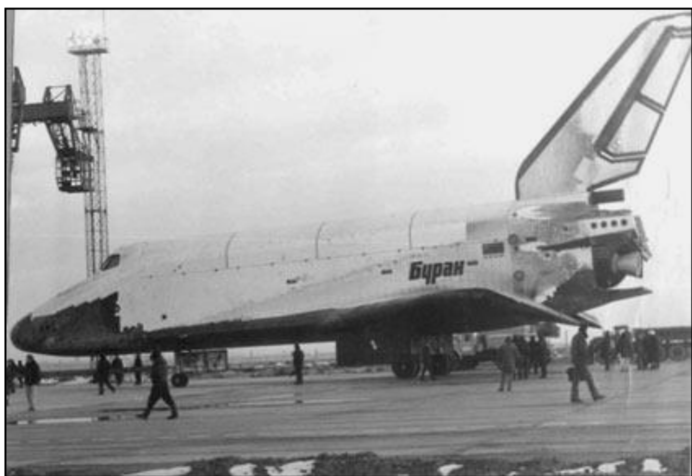
La apariencia externa del Buran sería muy semejante a los transbordadores estadounidenses, pero esto no haría que la nave estuviese lista en poco tiempo, había muchos desafíos por superar, no se disponía de un cohete tan potente como para llevar al espacio una nave tan pesada, ni la tecnología indispensable para construir un cohete espacial seguro, había que crear todo desde cero.

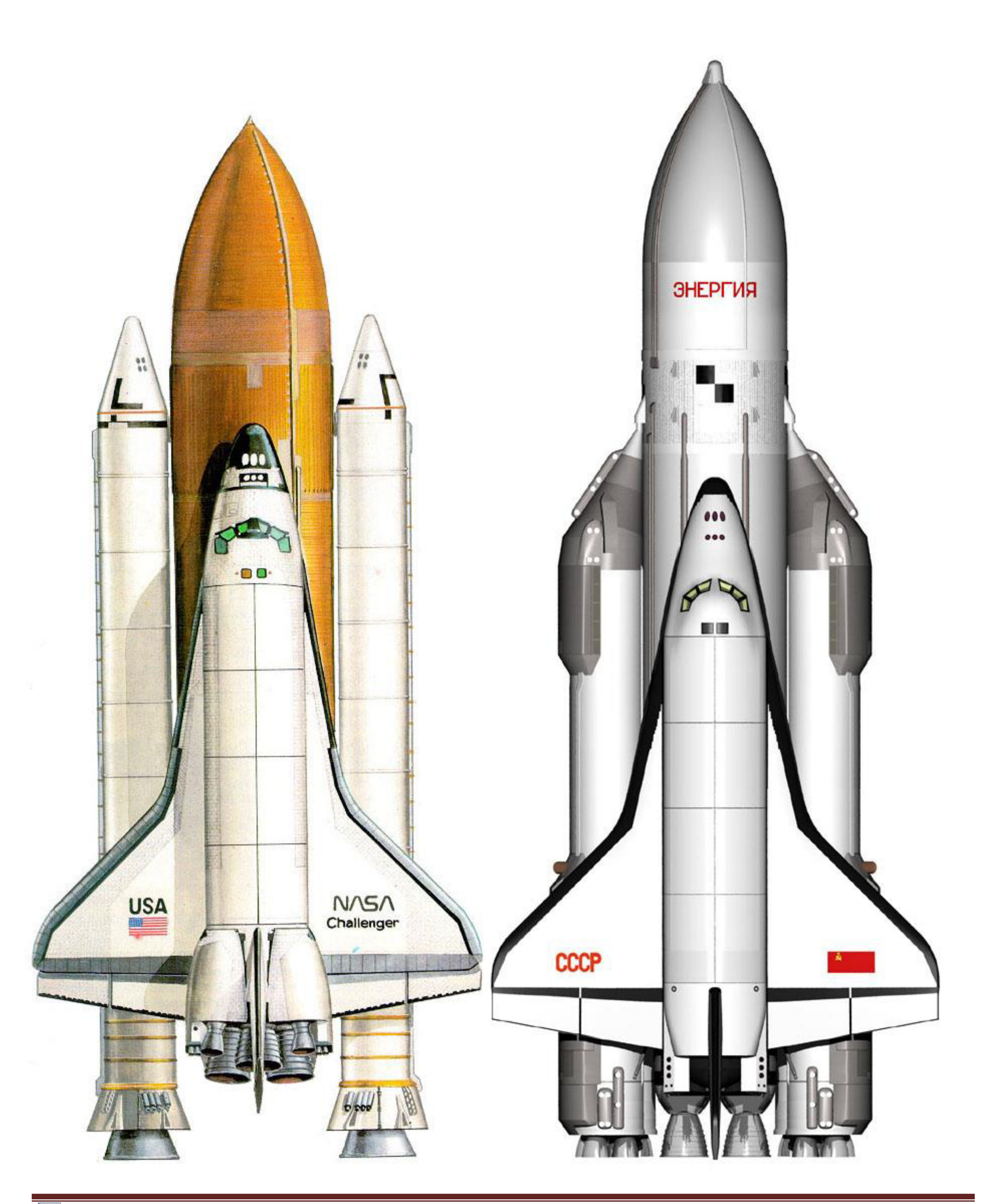
Aspectos comparativos del STS y Buran





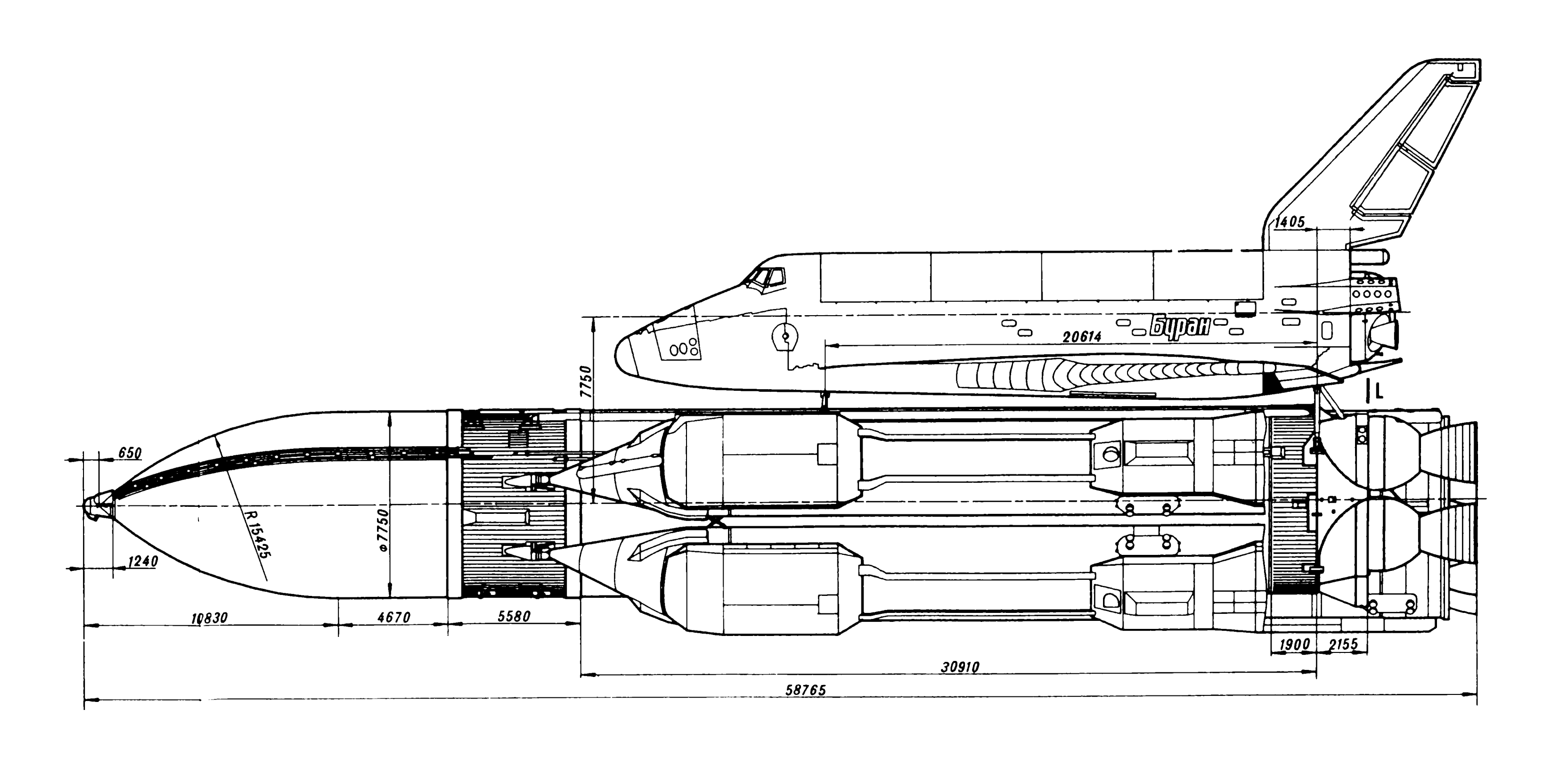





USA
NASA
Challenger
ЭНЕРГИЯ
СССР

Existía el desafío de los sistemas de bordo, la creación de materiales para resistir a las violentas temperaturas registradas durante el regreso a la Tierra, así como también el entrenamiento de las tripulaciones, el programa Buran ganó la máxima prioridad, esto hizo que otros proyectos, entre ellos la estación orbital Mir se retrasaran un cierto tiempo para ser lanzados al espacio.




1405
Буран
20614
7750
L
650
R 15425
ф 7750
1240
10830
4670
5580
1900
2155
30910
58765

Transportes aéreos

Myasischev 3M-T Atlant

Debido a la lejanía del Cosmódromo de Baikonur y a la carencia de medios suficientes de transporte, gran parte del ensamblado final del cohete Energiya y del Buran se debió realizar en instalaciones de la misma base de lanzamiento, los componentes que debían llegar desde lejos se enviarían a lomos de un avión Myasischev 3M-T Atlant (40 Tn de carga y 51 m de longitud) que en realidad era un bombardero modificado.



Aunque se reciclaron todos los elementos empleados en el programa lunar N-1, se construyeron numerosos edificios para poder realizar el ensamblado final tanto del cohete Energiya como del vehículo espacial Buran, cuyas partes habían sido entregadas previamente por vía aérea o por ferrocarril.


АЭРОФЛОТ

Antonov AN-225 Mriya

Mas adelante en el tiempo, el Buran fue transportado en el avión de transporte estratégico Antonov AN-225 Mriya, con un peso máximo de 640 Tn, 84 m de longitud, altura de 18 m, siendo un prodigio de la tecnología aérea que no ha podido ser igualado en la actualidad, hoy día este avión ostenta el récord de ser el más grande y pesado del mundo, se construyeron 2 y fueron construidos para llevar al Buran.








Буран
387

Complejo de Baikonur - Instalaciones del Buran

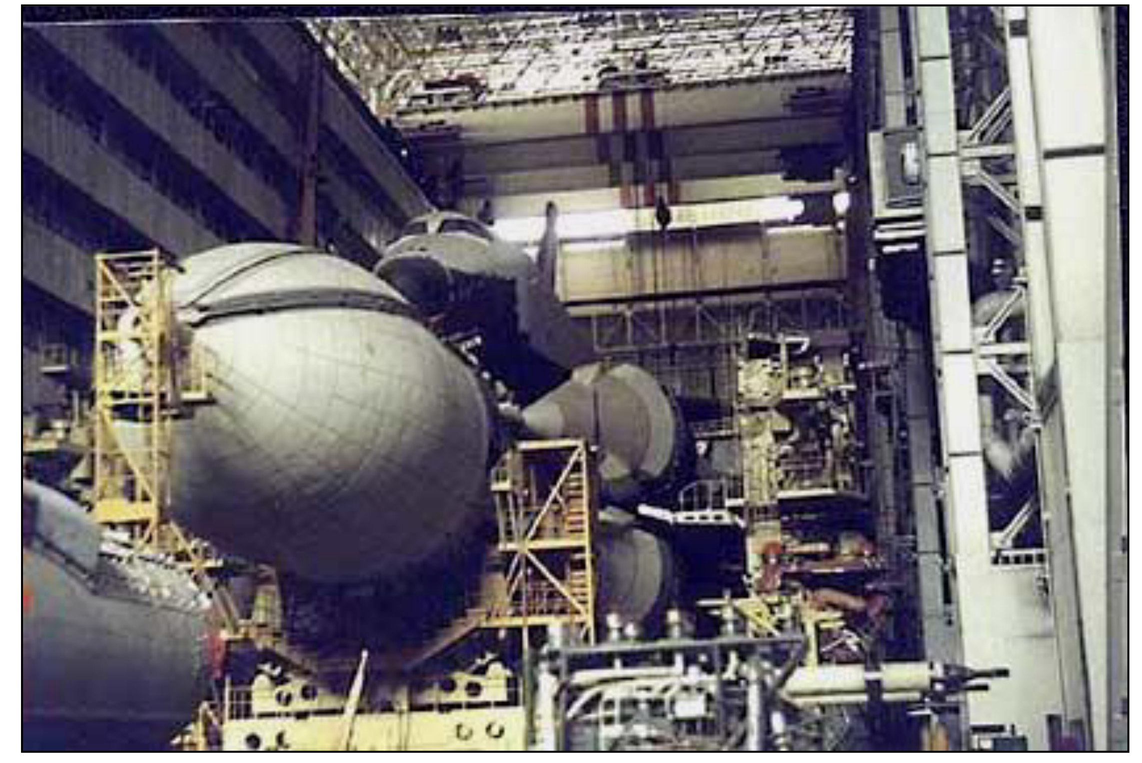
MIK-OK

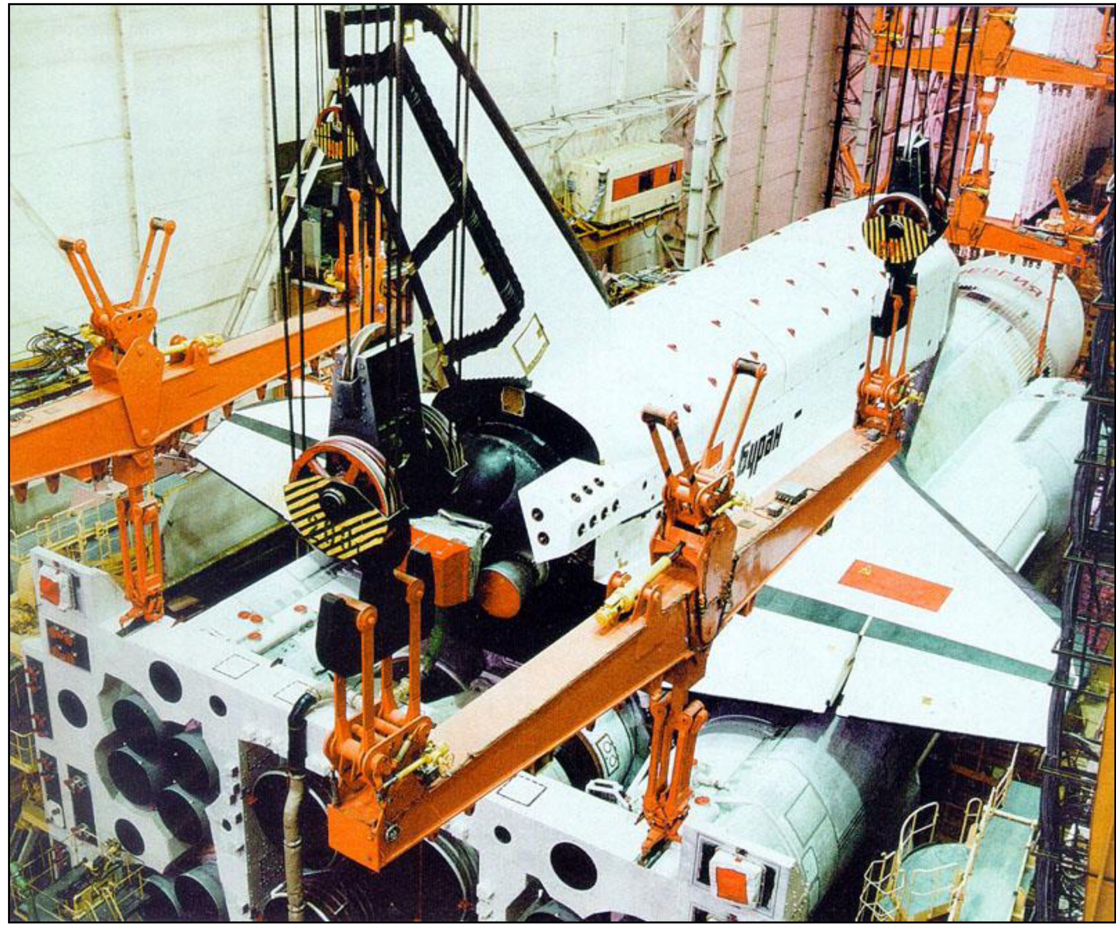
El edificio de ensamblado del orbitador MIK-OK, era un edificio nuevo, contaba con 222 m de longitud, 130 m de ancho y 30 m de alto, dividido en sectores ambientalmente controlados como el de cargas, mantenimiento del escudo protector, ensamblado/desmantelado, reparación y prueba de equipos herméticamente sellados, reparación de motores y pruebas eléctricas.



MIK-RN

Edificio de montaje del cohete Energiya, originalmente construido para el ensamble del N-1, sus dimensiones eran de 190 x 240 m y estaba dividido en cinco sectores, dos de ellos de 27 m de alto y los restantes con 52 m de alto.







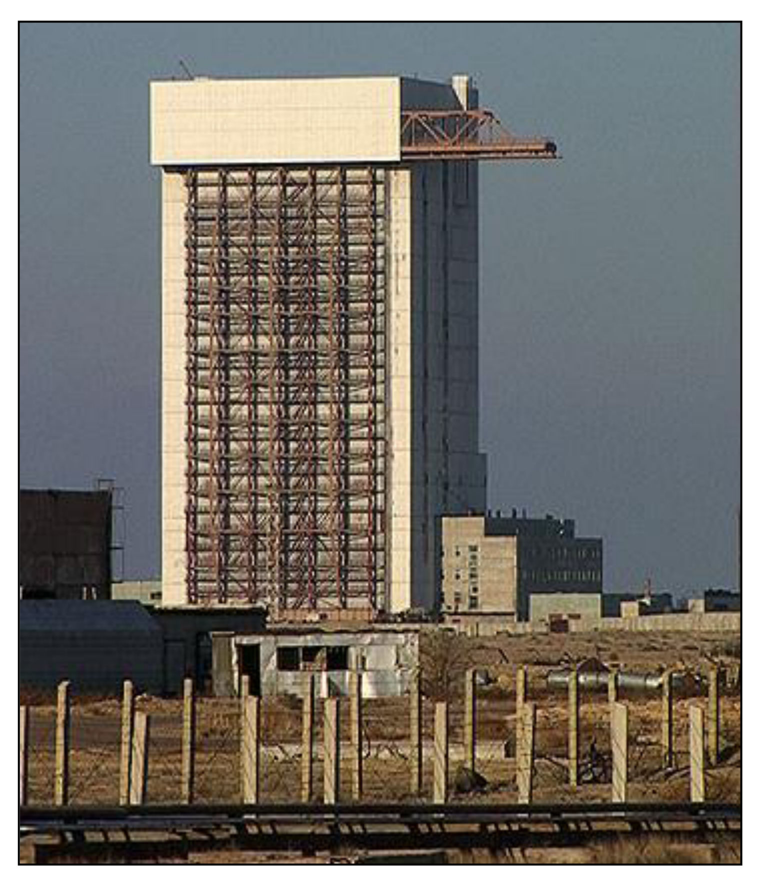
MZK

Era un nuevo edificio para la carga de combustibles en el orbitador y el cohete, también servía para pruebas estáticas verticales del conjunto Energía-Buran, tenía unas dimensiones de 134 x 74 m, y 58 m de alto.



17P31 UKSS

Enorme construcción, que también servía como plataforma de lanzamiento y como módulo de pruebas, en estas instalaciones el vehículo lanzador podía realizar prolongadas de encendido de sus motores.





Pista de aterrizaje:

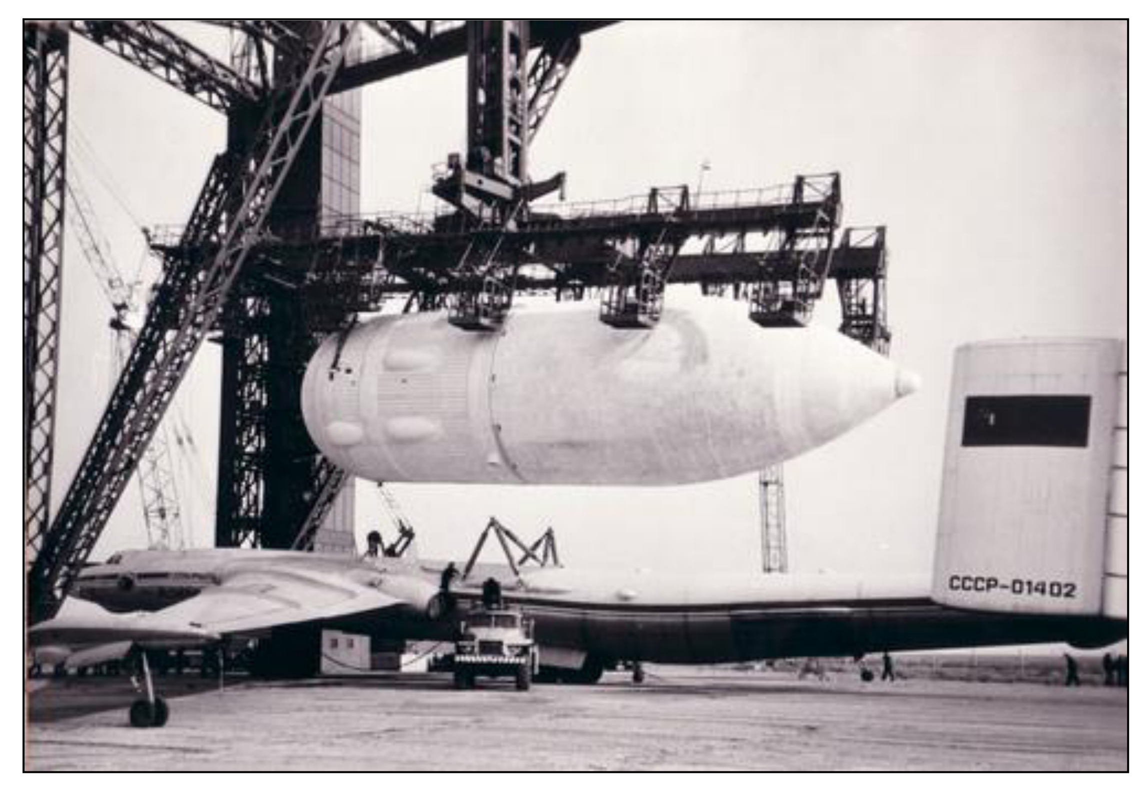
Aeropuerto Yubileyniy, usado para los descensos del Buran, ubicado a unos 12 Km de las plataformas de lanzamiento, y posee una longitud de 4500 m y 84 m de ancho, puede operar con aeronaves mayores a 650 Tn de peso en el despegue, estaba preparado para trabajar en conjunto con el sistema de descenso automático del Buran, equipado con el sistema de aterrizaje por radio Svecha-3M, el sistema por radio Vympel para la guía de aterrizaje y maniobras aerodinámicas, el sistema radiolocalizador de larga distancia Skala-MK, el sistema radiolocalizador (del aeropuerto) Ilmen, y el radiolocalizador para el aterrizaje Volkhov-P, también contaba con el sistema de observación meteorológica Obzor-2, que transmitía al orbitador información actualizada sobre las condiciones del tiempo en la zona del aeropuerto; haciendo uso de todos estos elementos, el Buran podía realizar descensos en forma automática y extremadamente precisos.





Grúa

De gran porte, para montar/desmontar sobre los aviones de transporte Myasischev 3M-T y posteriormente en el Antonov An-225 Mriya los diversos componentes del sistema.





Transportador del orbitador (TA)

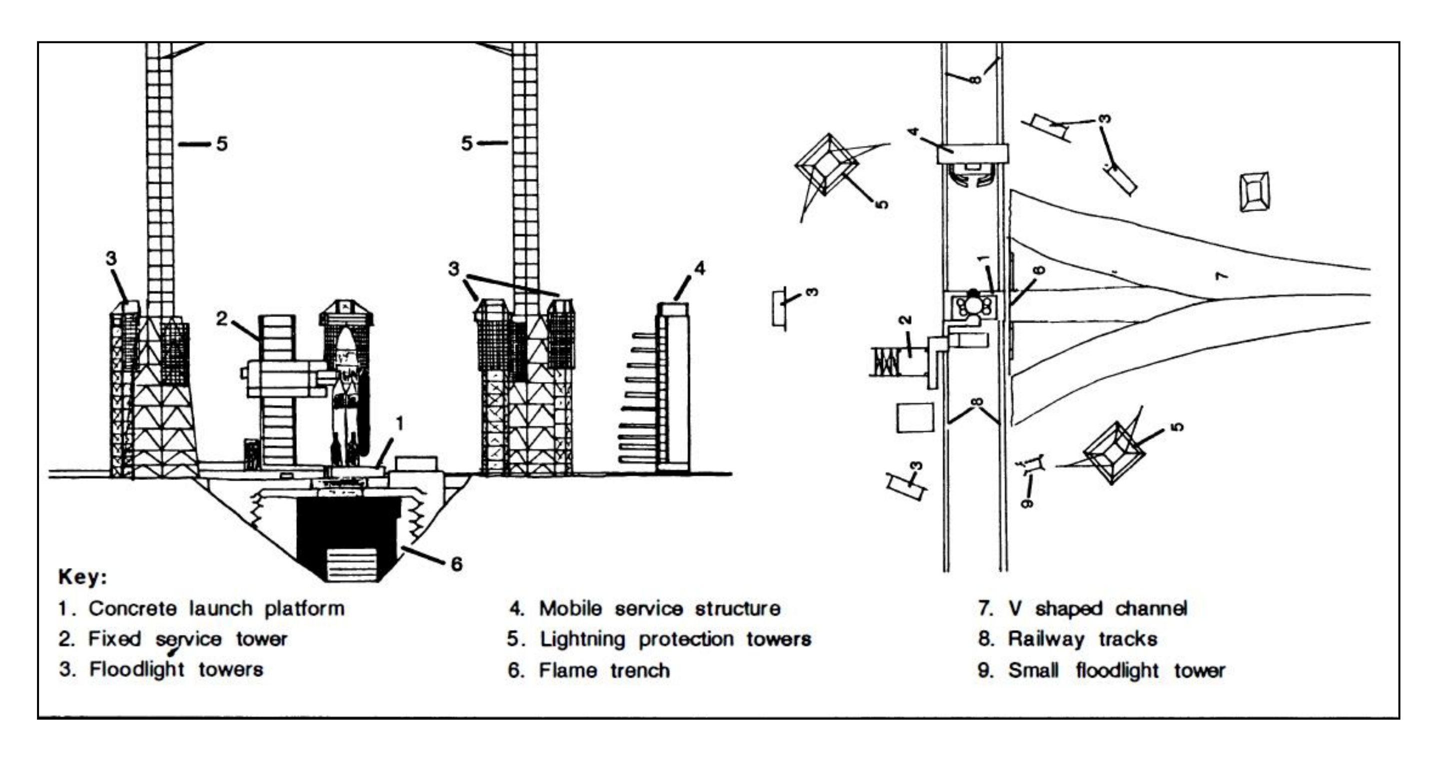
Empleado para trasladar cargas de hasta 100 tn entre los distintos edificios por las carreteras de 12 m de ancho del Cosmódromo de Baikonur , pesaba 126 tn vacío, longitud de 58,8 m, ancho de 5,4 m, y 3,2 m de alto, su velocidad máxima era de 40 Km/h sin carga, con el Buran 10 Km/h.



Plataformas 11P825 SK

Esta denominación tenían las dos plataformas de lanzamiento del N-1, fueron modificadas para su uso con el cohete Energiya



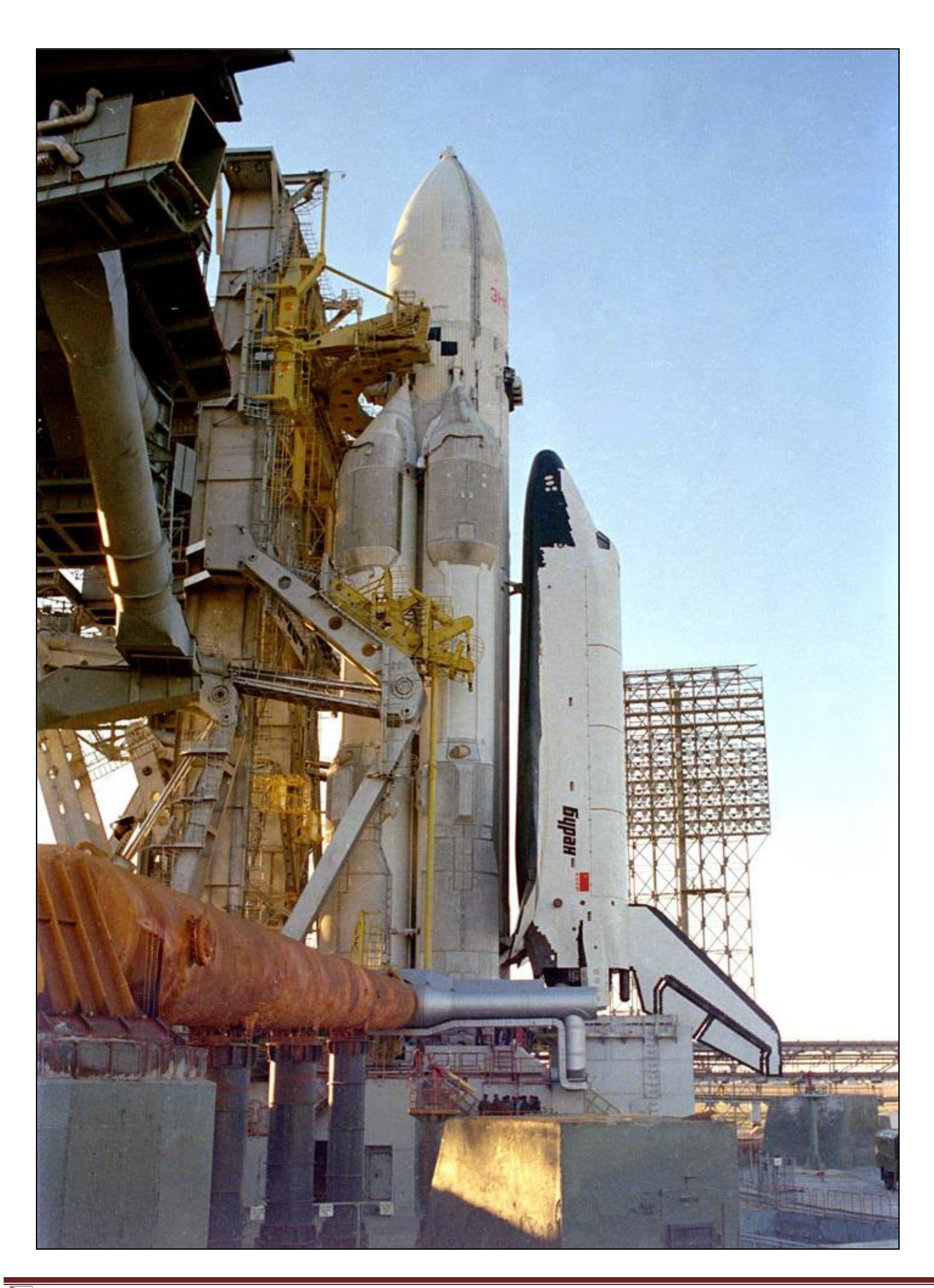

Key:
1. Concrete launch platform
2. Fixed service tower
3. Floodlight towers
4. Mobile service structure
5. Lightning protection towers
6. Flame trench
7. V shaped channel
8. Railway tracks
9. Small floodlight tower

Transportador/Erector TUA

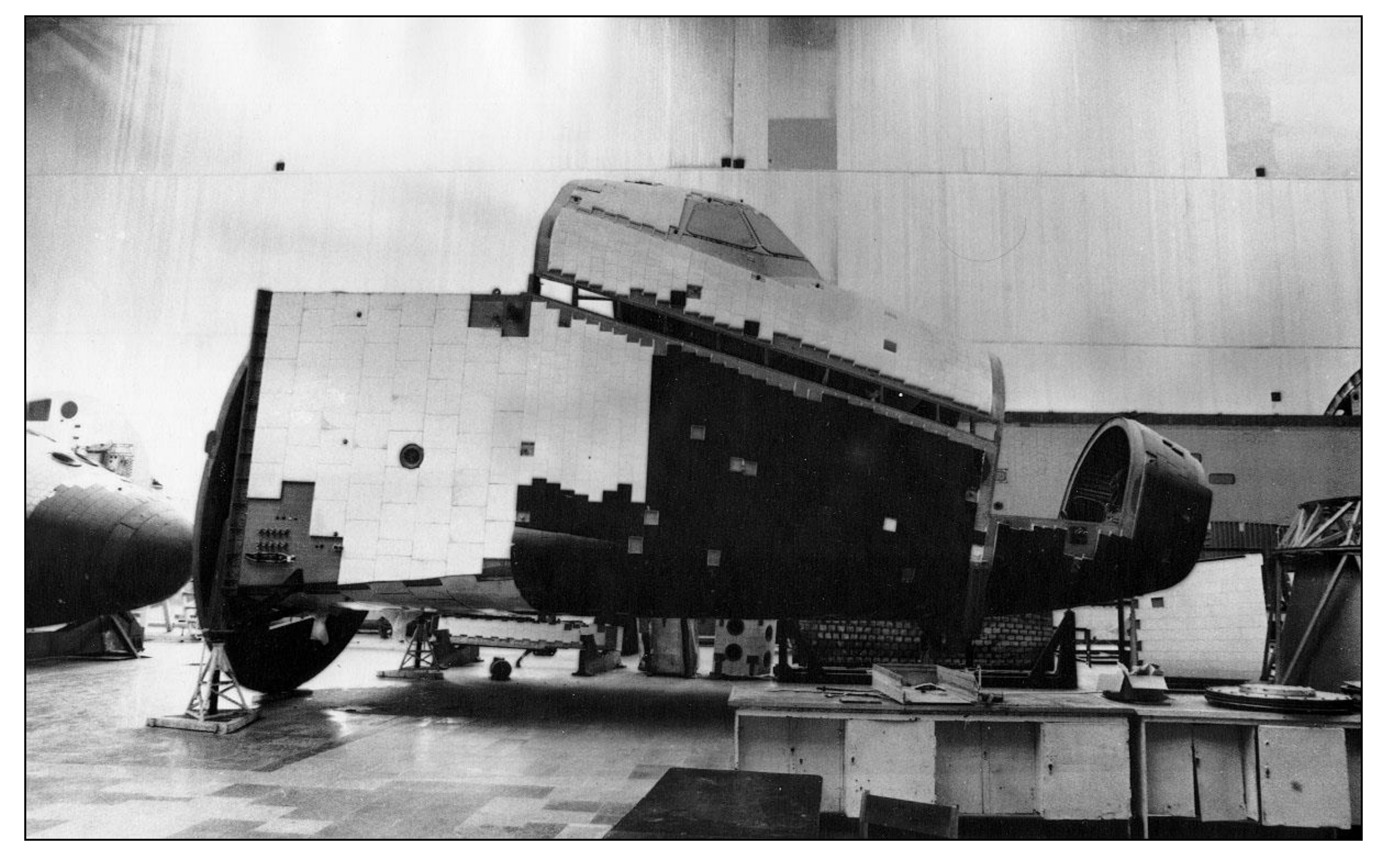
Empleados primero en el Programa N-1 y luego modificados para su uso en el Programa Energía-Buran, se construyeron dos y podían trasladar al sistema Energía-Buran completo sobre líneas férreas desde el MIK-RN hasta la plataforma de lanzamiento, cada uno pesaba 2756 tn vacío, podía transportar cargas de 571 tn y sus dimensiones eran de 56,3 m de longitud (90 m con el vehículo de lanzamiento) 25,9 m de ancho y 21,2 m de alto, su velocidad máxima era de 5 Km/h.

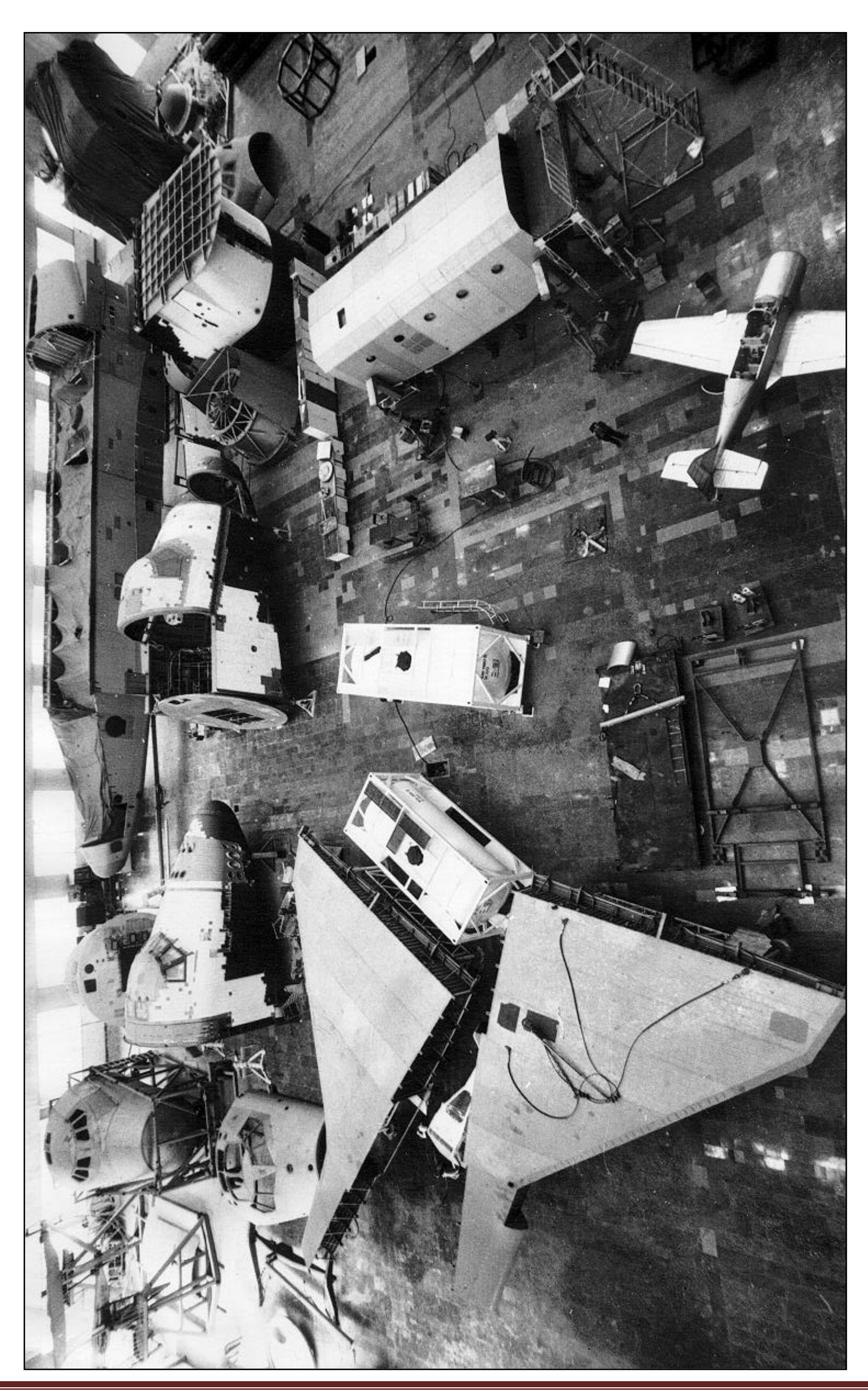




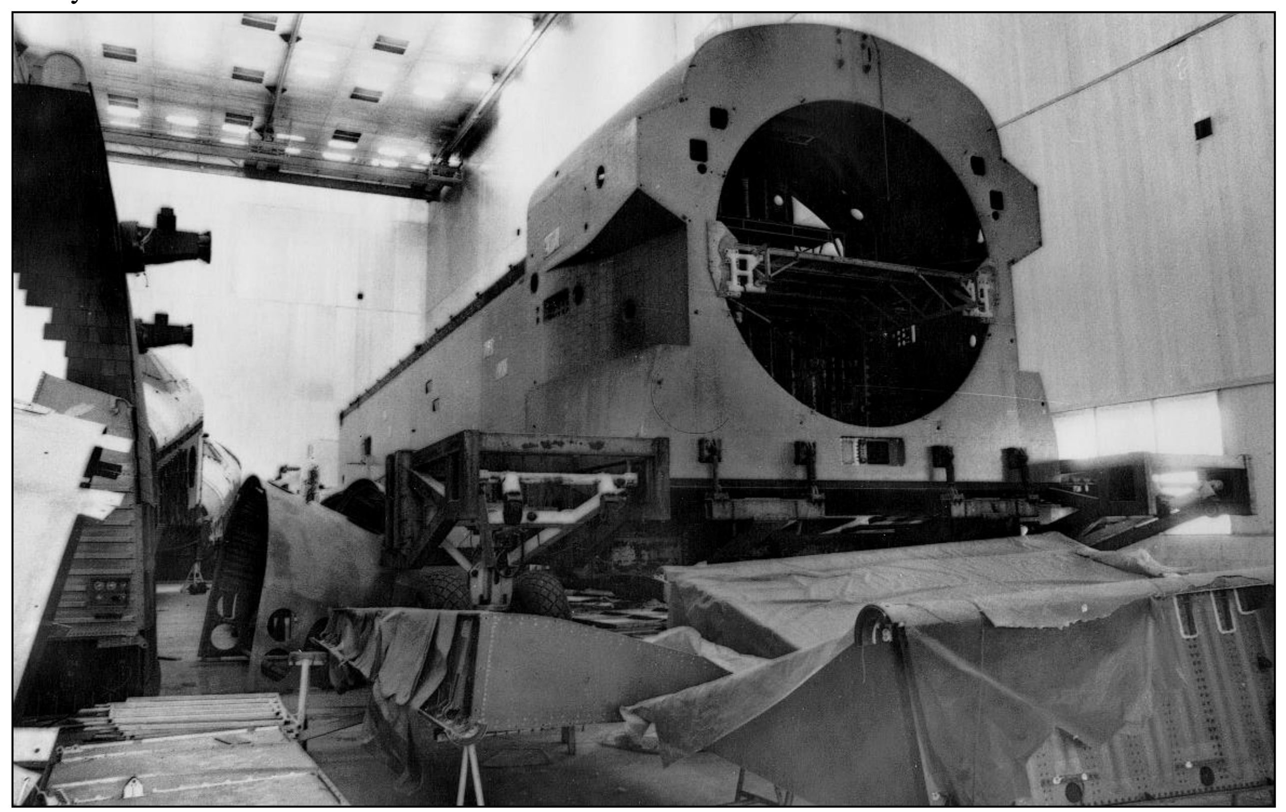

буран

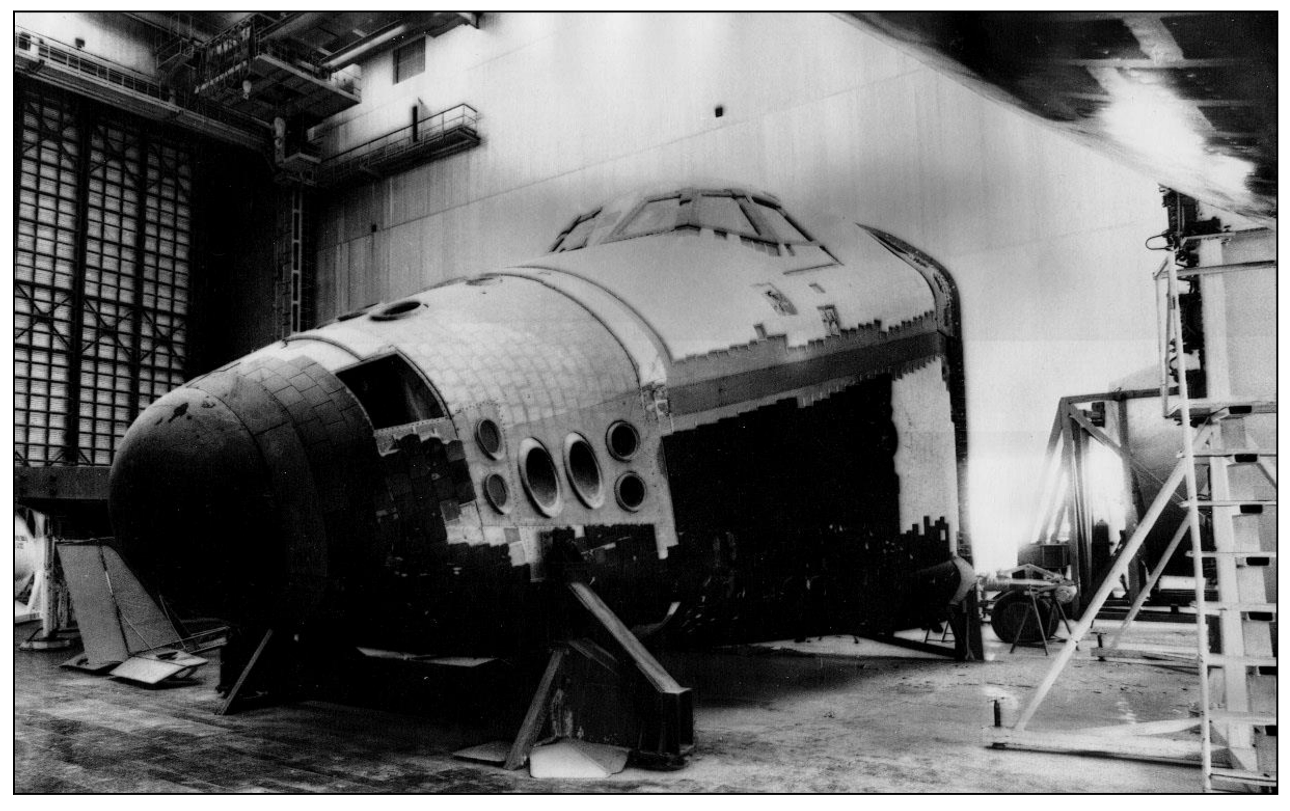
La construcción de la nave soviética fue iniciada en 1980; en 1984 ya estaba hecho el primer transbordador en escala real.





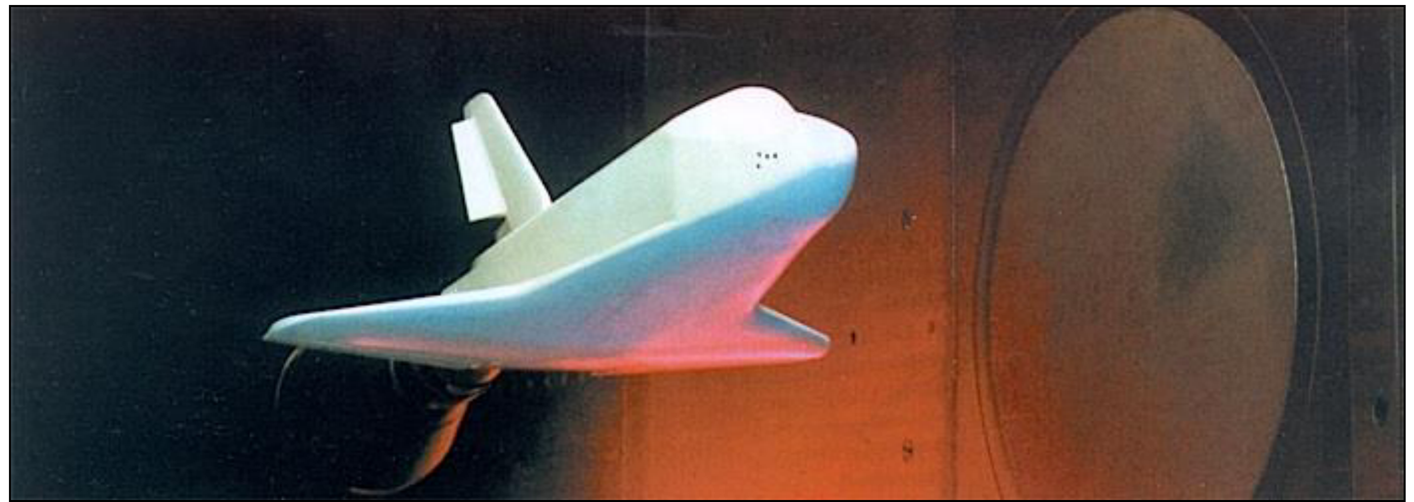
Buran demandó la construcción de 100 módulos de prueba, 7 módulos de modelado complejo, 5 laboratorios volantes, 6 maquetas a escala completa y 2 vehículos de vuelo (OK-ML-1 y OK-MT) las pruebas de calidad de sistemas funcionales se realizaron con anterioridad al primer vuelo sobre 780 elementos individuales de equipos y sobre 135 sistemas. Igualmente se realizaron rigurosas pruebas de calidad sobre todos los componentes estructurales, los elementos se probaron individualmente y en conjunto. Se realizaron 1000 experimentos de diverso tipo sobre 600 subconjuntos estructurales, como resultado de este gran trabajo, los datos de vuelo real fueron muy cercanos a los datos teóricos.



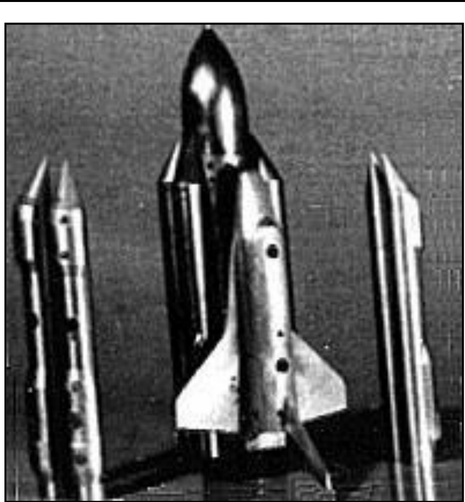


Modelos de túneles de viento

Se construyeron unos 85 modelos en escalas de 1:3 a 1:550, para determinar los coeficientes aerodinámicos del vehículo a todas las velocidades, la efectividad de las superficies de control, los momentos de inercia y para el estudio de la interferencia entre el Buran y el vector Energiya durante las fases de lanzamiento y separación, con estos modelos se ensayaron más de 39000 lanzamientos simulados a velocidades en túneles de viento de M 0.1 a M 2.0, 12 módulos especiales de prueba se construyeron para estudiar las características de la interferencia entre el Buran y el Energiya.



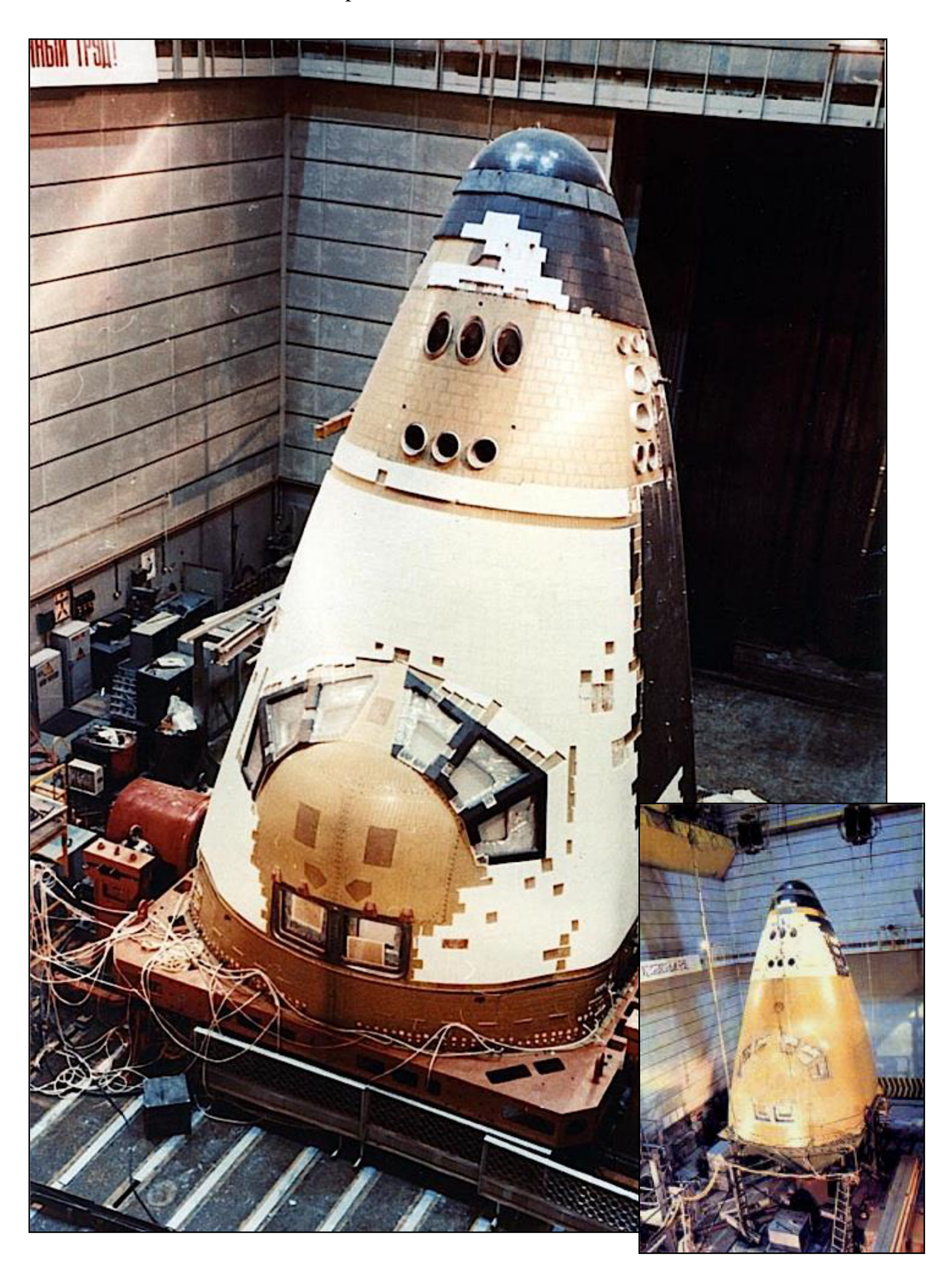






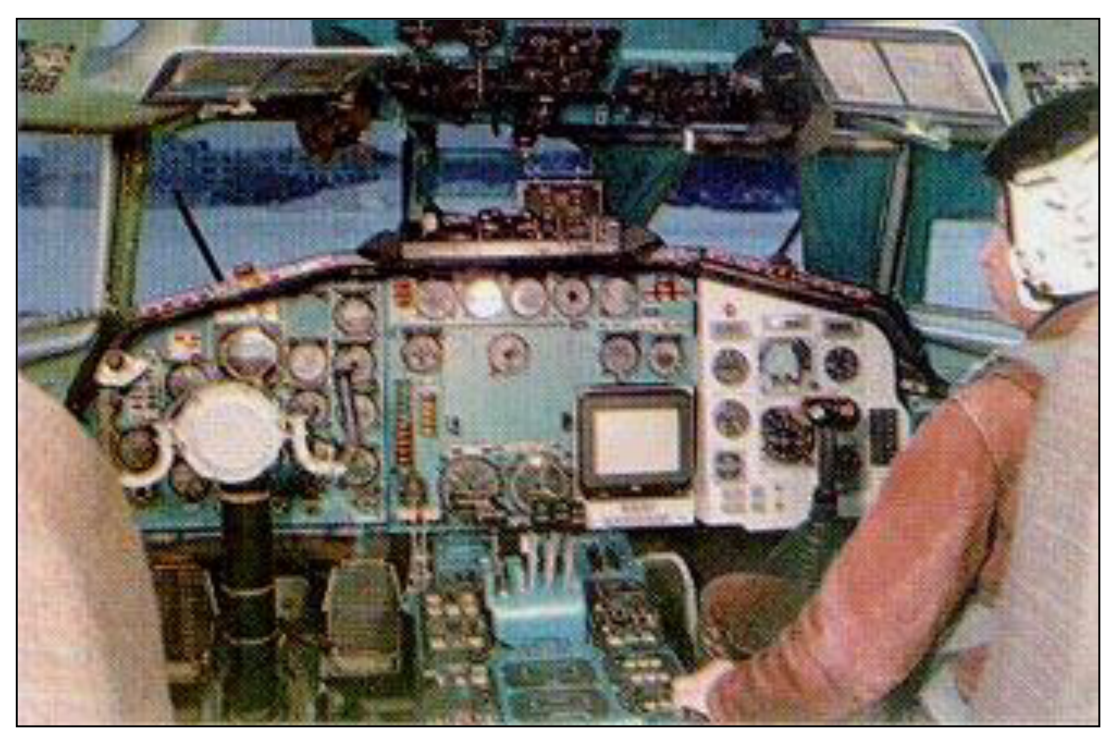
Cabina completa

A escala real, destinada a la realización de pruebas médico-biológicas y el desarrollo de sistemas de soporte de vida, este modelo incluía el sistema de soporte de vida SZhO.

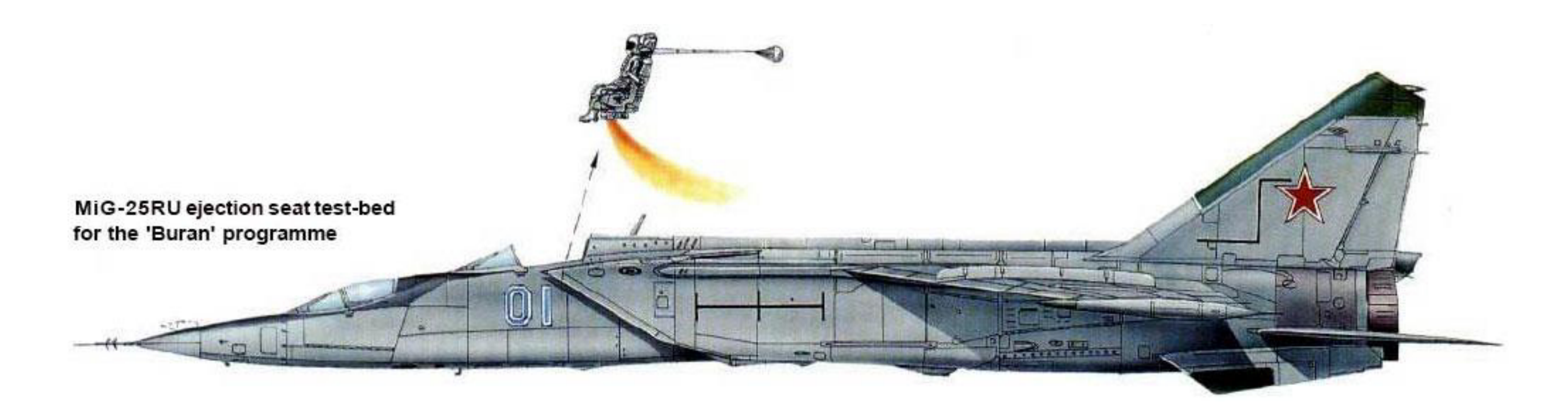


Laboratorio Volante Tupolev Tu-154LL

Esta aeronave estaba destinada a simular las características de vuelo del orbitador y sus componentes, fue un elemento clave en el desarrollo de los sistemas de aterrizaje automático, el Tu-154LL hizo más de 200 descensos automáticos, 70 de ellos en Baikonur.



Los efectos del tiempo sobre los materiales del escudo térmico protector, así como también sistemas del Buran como los asientos eyectables, control de trayectoria, telemetría y comunicaciones fueron probados a altas velocidades empleando aviones del tipo IL-8 y Mig-25 (en dos aviones modificados para estos test)





Simulador de Vuelo Horizontal GLI:

Se usó para perfeccionar el software de control de vuelo del orbitador a medida que se generaba nueva información proveniente de los ensayos en túneles de viento y de las naves de prueba, como consecuencia de este trabajo, se mejoraron notablemente los parámetros reales del descenso: desviación del punto de contacto, especificada ±1000 m, real -250 m, +400 m; desviación desde el eje de la pista, especificada ±38 m, real -12 m, +15 m; velocidad vertical en el punto de contacto, especificada de 0 a 3 m/s, real 0.1 a 0.8 m/s.

Modelos de estudio hidrodinámicos:

Fueron probados a escalas desde 1:15 a 1:2700, y desde Mach 5 a 20, con números Reynolds de 105 a 107.

Modelos de prueba

Primeramente se probaron componentes del Buran en los Vehículos BOR-4 y BOR-5, luego se construyeron modelos a escala real.

BOR-4

Este modelo era una versión a escala del avión orbital del proyecto Spiral, se lo usó para estudiar los efectos de la interacción entre el plasma generado durante la reentrada y los materiales del escudo de protección térmica del Buran (investigación que no se podía realizar en los laboratorios), el BOR-4 hizo cuatro vuelos exitosos, a velocidades de Mach 3 a Mach 25 y altitudes entre 30 y 100 km.

Todos estos ensayos confirmaron los procesos físicos, químicos y catalíticos que ocurren sobre los materiales del escudo térmico durante la reentrada atmosférica, los BOR-4 también sirvieron para conocer las condiciones acústicas durante el lanzamiento y reentrada.

BOR-5

Las características aerodinámicas del Buran a velocidades hipersónicas fueron validadas por medio de un modelo a escala 1:8 del transbordador, el BOR-5 era lanzado en trayectorias suborbitales que alcanzaban los 100 km de altura y velocidades que variaban entre 4000 y 7300 km/s, estos ensayos brindaban información sobre las características de manejo, momento aerodinámico y sobre la efectividad del control de la nave desde Mach 1.5 a Mach 17.5, a números de Reynolds de 1.05 a 2.1 en ángulos de ataque que variaban entre los 15° y 40°.

También se estudió la separación del flujo en la superficie del fuselaje y las características termodinámicas del diseño, los resultados finales obtenidos indicaban un coeficiente de sustentación-arrastre de 1.3 en hipersónico, 5.0 a Mach 2 y 5.6 a velocidad subsónica.


BOR-4


BOR-5



Se construyeron seis maquetas o modelos funcionales a escala completa del Buran

Modelo OK-M:

Fue una maqueta destinada a la realización de pruebas de ajuste de piezas, también se usó en pruebas de cargas estáticas (temperatura normal) para determinar el momento de inercia del orbitador y para probar masas de cargas simuladas.

Luego de efectuados los trabajos de prueba sobre este modelo, fue redesignado OK-ML-1 y enviado al cosmódromo de Baikonur sobre un avión de transporte Myasischev 3M-T Atlant.

En Baikonur fue utilizado para pruebas de interfase (horizontal y vertical) con el Energiya, originalmente se había planeado utilizar este modelo como carga del primer vuelo del cohete Energiya, permaneciendo fijo en todas las etapas del vuelo al bloque central.

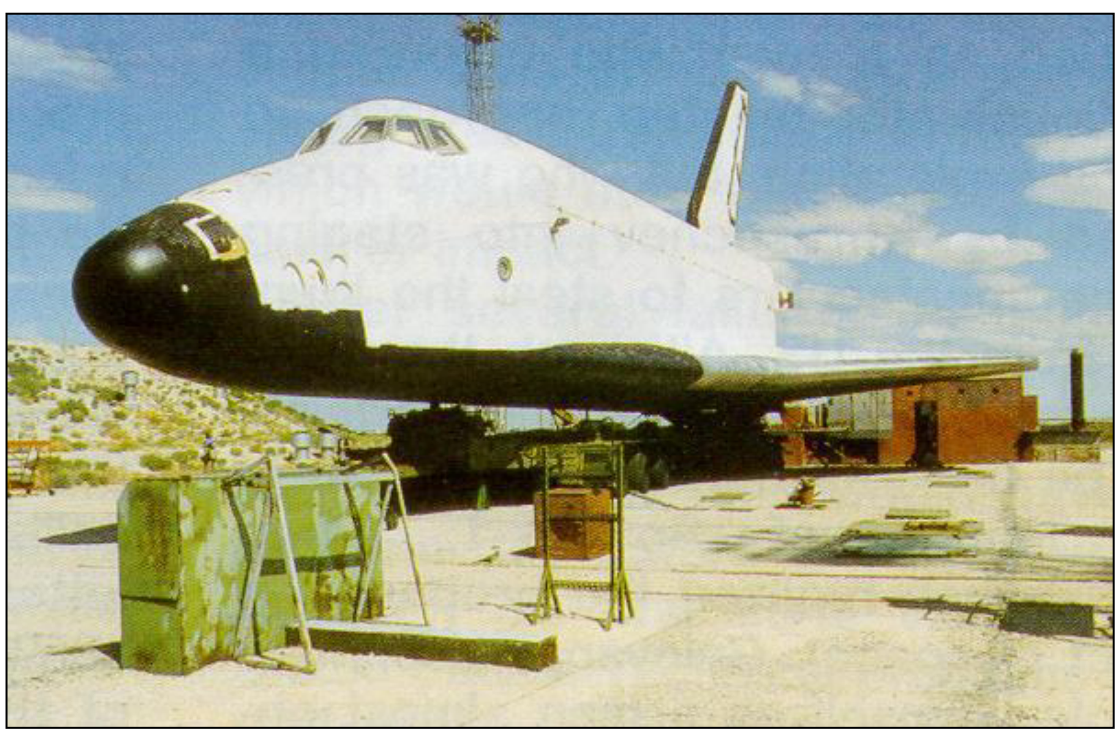


Modelo OK-MT

Fue creado para pruebas tecnológicas y para el desarrollo de diversa documentación técnica y de transporte, para el estudio de métodos de carga de líquidos y gases, para pruebas de integridad del sistema hermético, pruebas de entrada y salida de la tripulación, el desarrollo de manuales de operación militar, el desarrollo de los manuales de fabricación, mantenimiento, y operaciones de vuelo, una vez terminado el trabajo sobre este modelo, fue redesignado OK-ML-2 y enviado a Baikonur sobre el avión 3M-T Atlant.

En Baikonur fue usado para pruebas funcionales de interfase con el cohete Energiya, de acuerdo a las ideas originales, esta maqueta debería haber sido usada en un segundo lanzamiento, destruyéndose en la atmósfera luego de probar la separación del bloque central, en la actualidad descansa en las afueras del Cosmódromo.







Modelo OK-TVA

Modelo para pruebas térmicas y de vibración estática, parte de las pruebas estáticas sobre este modelo fue realizada en el TsAGI en su exclusiva cámara ambiental TPVK-1, esta cámara tenía 13,5m de diámetro y 30m de longitud, estaba equipada con 10000 lámparas de cuarzo que podían someter al orbitador a temperaturas de entre -150 °C/1500 °C, desde el nivel del mar al vacío, todo esto en tiempo real. Simultáneamente el OK-TVA era sometido a pruebas de cargas estructurales sobre la nariz, alas y estabilizador vertical principalmente, el aparejo de prueba podía ejercer una fuerza de 8000 Kg/N horizontalmente y 2000 Kg/N en forma vertical, hasta casi los límites de rotura de la estructura.

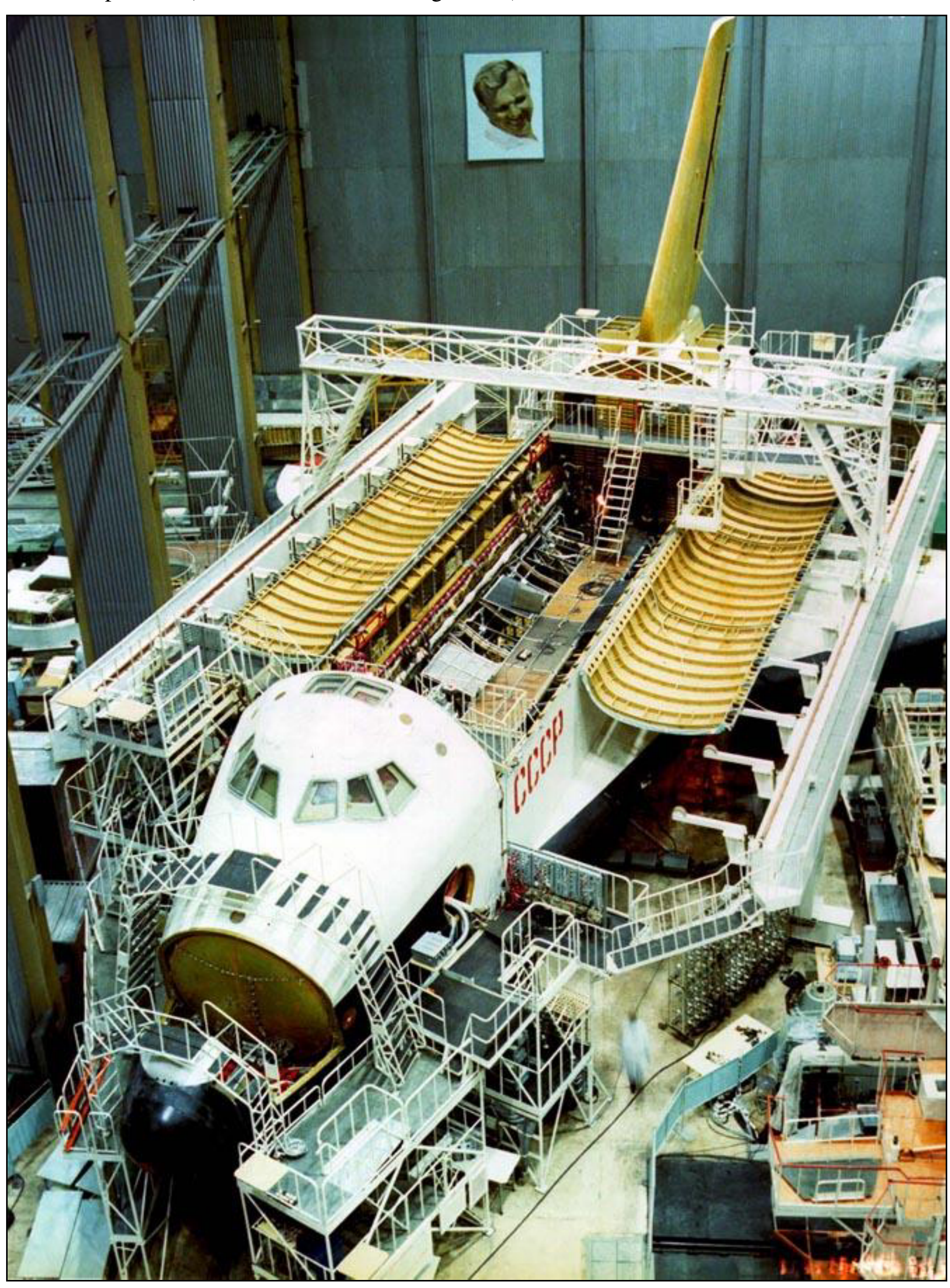


El OK-TVA también fue sometido a pruebas de sonido en la cámara acústica RK-1500 del TsAGI, que tenía una superficie de 1500 m^2 y estaba equipada con 16 generadores de audio que podían someter al orbitador a niveles de sonido de 166 dB a frecuencias de 50 a 2000 Hz, gracias a todas estas pruebas se pudo poner a punto la estructura del orbitador, la aislación acústica, el escudo térmico y las juntas herméticas.

El OK-TVA también fue sometido a estudios en una cámara de pruebas dinámicas de 423 m^2, allí fue ubicado en los módulos de pruebas de electrodinámica y electrohidráulica.

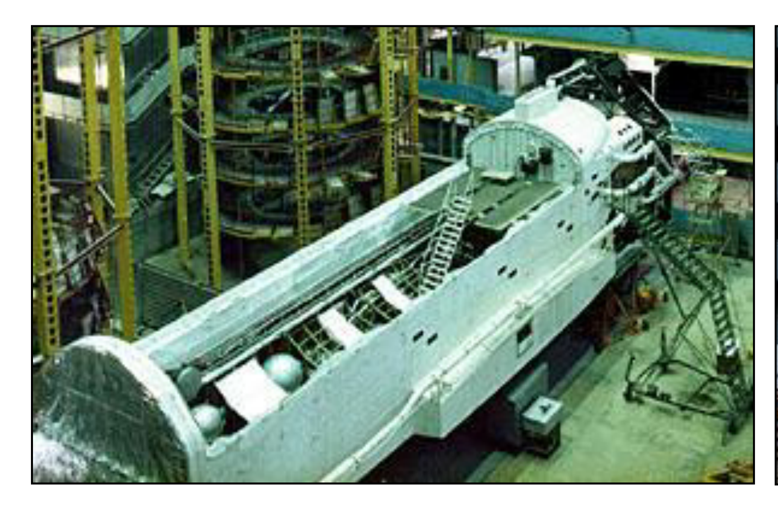
Modelo OK-KS

Este modelo fue creado para pruebas del complejo eléctrico y electrónico del orbitador, estas pruebas fueron complementadas por las llevadas a cabo en el módulo KEI de pruebas del sistema electrónico, también se usó para pruebas del tipo EMI (interferencias electromagnéticas).



Modelo OK-TVI

Este modelo se probó en todos los regímenes térmicos y de vacío hasta 1,33 x 10^{-3} torr, la cámara de 700 m^2 tenía 132 m^2 de lámparas para la simulación de la radiación solar, se desconoce el destino final de este modelo.





Modelo Buran BST-02/OK-GLI

Para pruebas de vuelo horizontal, análogo del Buran, tenía la misma aerodinámica, centro de gravedad y características inerciales, la principal diferencia era que estaba equipado con cuatro reactores AL-31 (los mismos del caza SU-27).

El BST-02 podía despegar desde aeropuertos convencionales y realizar pruebas en forma reiterada, se usó para poner a punto los sistemas de vuelo y de aterrizaje en sus modos manual y automático, estaba equipado esencialmente con los mismos sistemas que el transbordador, incluyendo asientos eyectables, los sistemas de navegación GSP, VIU y sensores térmicos, también se lo empleó para evaluar las características aerodinámicas del conjunto 3M-T/Buran, para probar los puntos de fijación al cohete Energiya y para desarrollar la configuración de transporte óptima.





Luego se utilizó el vehículo análogo OK-GLY (también llamado BST-02) vehículo de prueba análogo aerodinámico del Buran, construido en 1984 y utilizado en 25 vuelos de pruebas tripulados entre 1985 y 1989 antes de ser desarmado, actualmente se conserva en Spira, Alemania, en el Museo Técnico Speyer Technikmuseum.



A diferencia del vehículo STS Enterprise (que estaba privado de motores y era lanzado desde la altura por un avión nodriza Boeing-747) el soviético OK-GLI estaba equipado con 4 motores turbofan AL-31 posicionados en la parte trasera (el sistema de recipientes de combustible y anexos a los motores ocupaba un cuarto del área de carga) las condiciones de prueba eran significativamente distintas a la contraparte estadounidense, el OK-GLI despegaba como un avión de reacción carreteando sobre una pista de vuelo y una vez alcanzada las coordenadas prefijadas apagaba los motores y aterrizaba planeando aportando al proyecto informaciones fundamentales referentes al estado del vuelo.

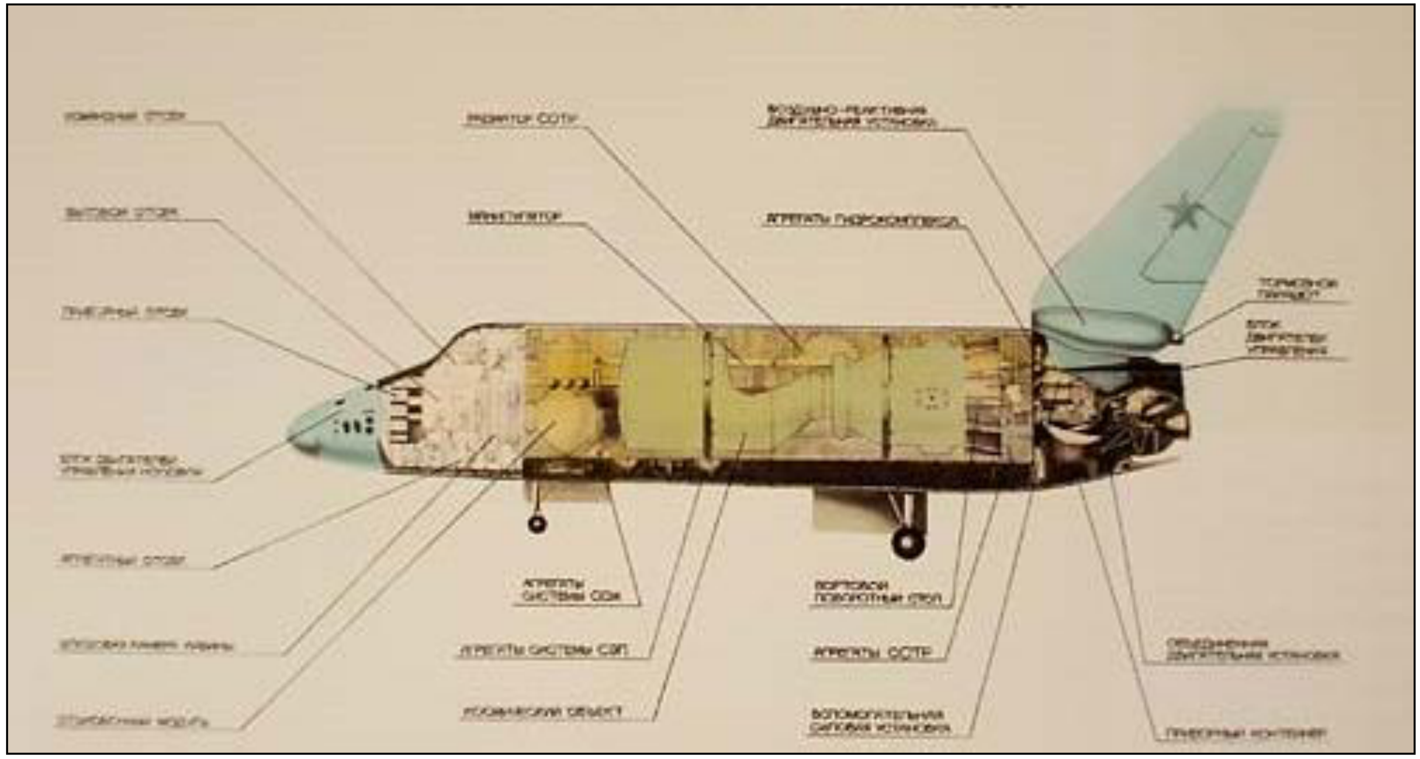
Vuelo de prueba del OK-GLI











Familia de transbordadores

Serie 1.01 Buran

En las pruebas estáticas se lo denomino Baikal, fue el único orbitador que voló al espacio en 1988 (con el nombre de Buran) tenía instalado nada más que los mínimos sistemas y no disponía de los elementos de soporte de vida, se pensaba utilizarlo por varios años en modo automático no-tripulado.

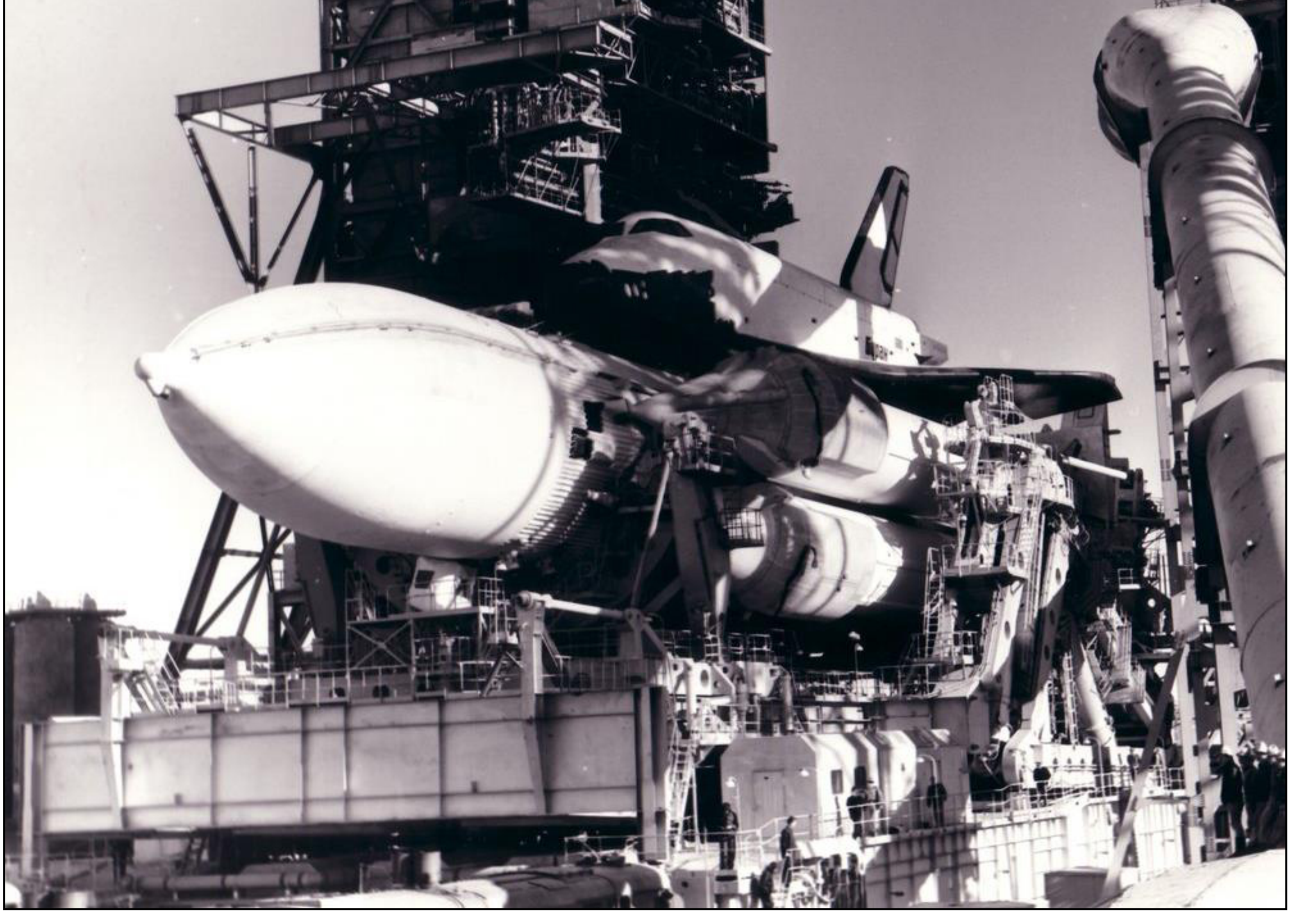
Serie 1.02 Ptichka

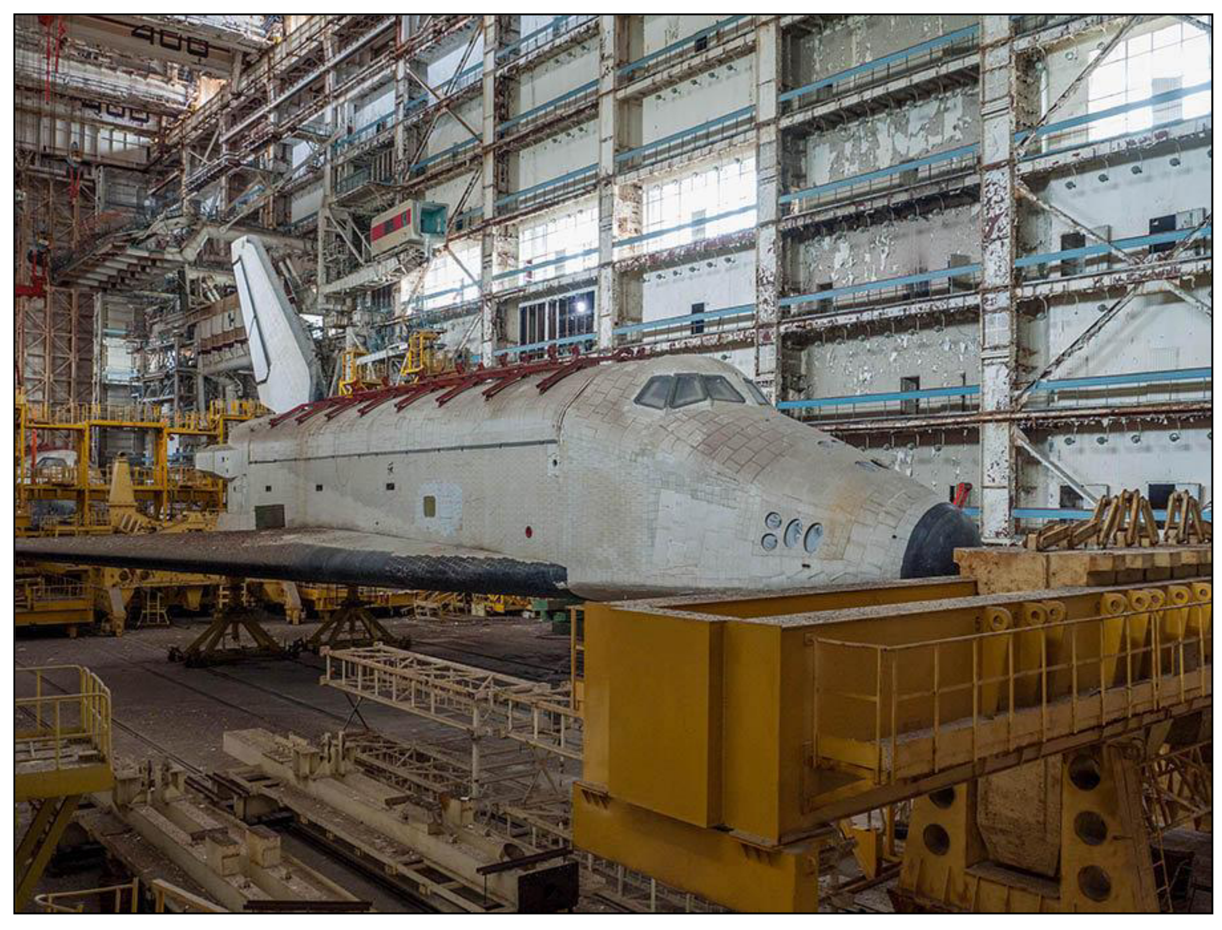
El Ptichka fue el segundo de los transbordadores creados por la URSS y no se le dio un nombre oficial, este vehículo se distingue de los otros por el marco rojo que lleva en el lomo, su construcción comenzó en 1988 y aunque estuvo más cerca de ser terminado que cualquiera de los demás (excepto el 1.01) nunca se terminó, su primer lanzamiento estaba programado para 1992 en un vuelo sin tripulación a la estación espacial Mir, pero el programa fue oficialmente cancelado en 1993.











Serie 2.01

Se encuentra ensamblado en un 40-50% en la Tushino Machine Factory de Moscú, se diferenciaba de los primeros dos orbitadores por una aviónica más actualizada, debería haber hecho su primer vuelo al espacio en 1994/1995 (en este vuelo el transbordador iba a ir al espacio por primera vez tripulado, para lo cual se instalarían los sistemas de soporte vital y asientos eyectables)



Serie 2.02

Solamente se llegó a ensamblar un 10/20% de los elementos, en la actualidad se pueden ver algunas piezas de este orbitador en la factoría de Tushino, en Moscú.



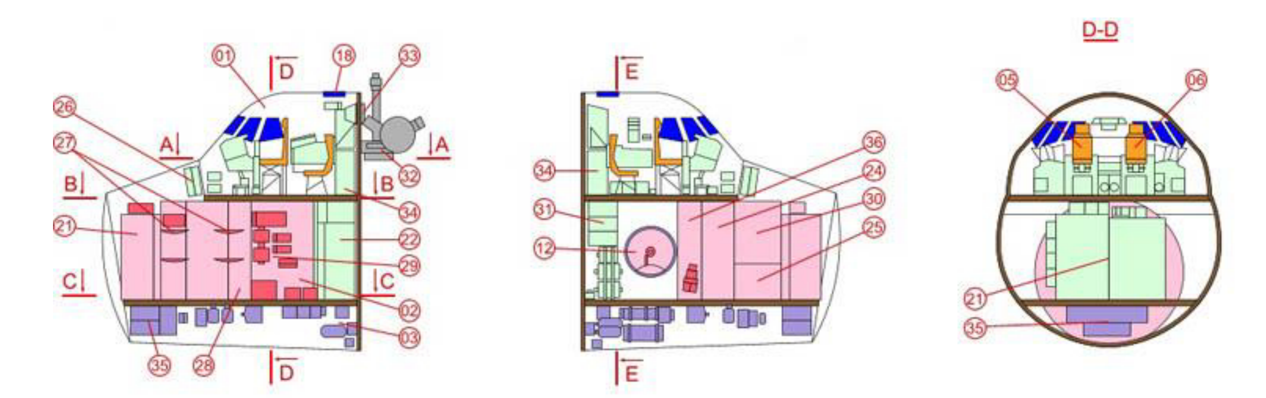
Serie 2.03

Propuesto para ser el quinto transbordador, pero sólo se llegó a construir la unidad de motores.

Características del Buran

Cabina

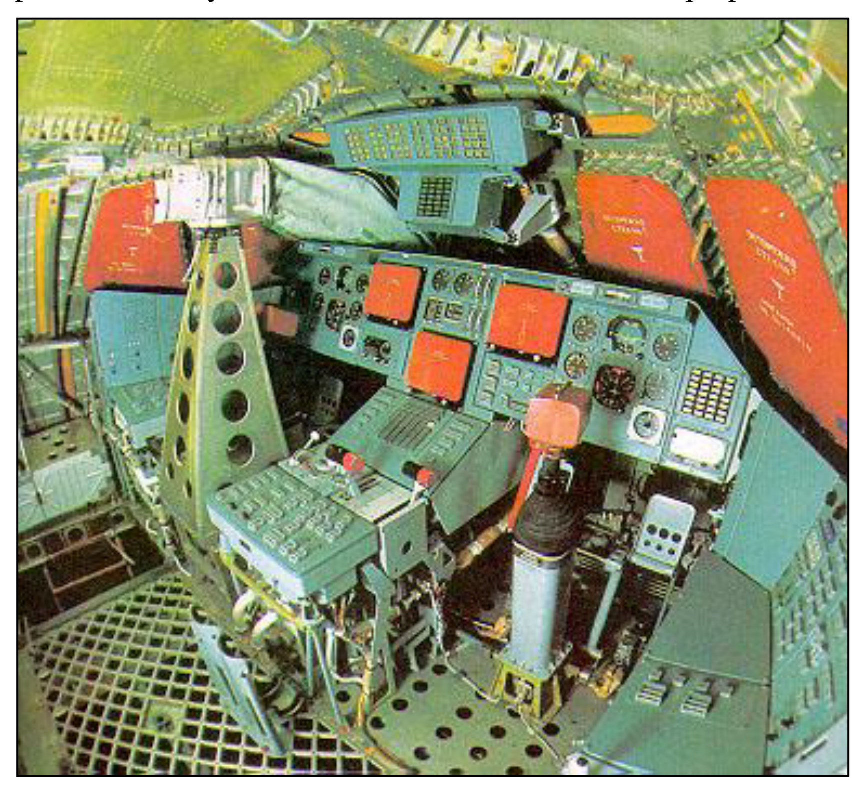
La cabina del Buran tenía un volumen total habitable de 73 m^3 dividida en dos secciones, el módulo de comando en la parte superior, y el módulo habitable (BO) en la parte inferior de la cabina.

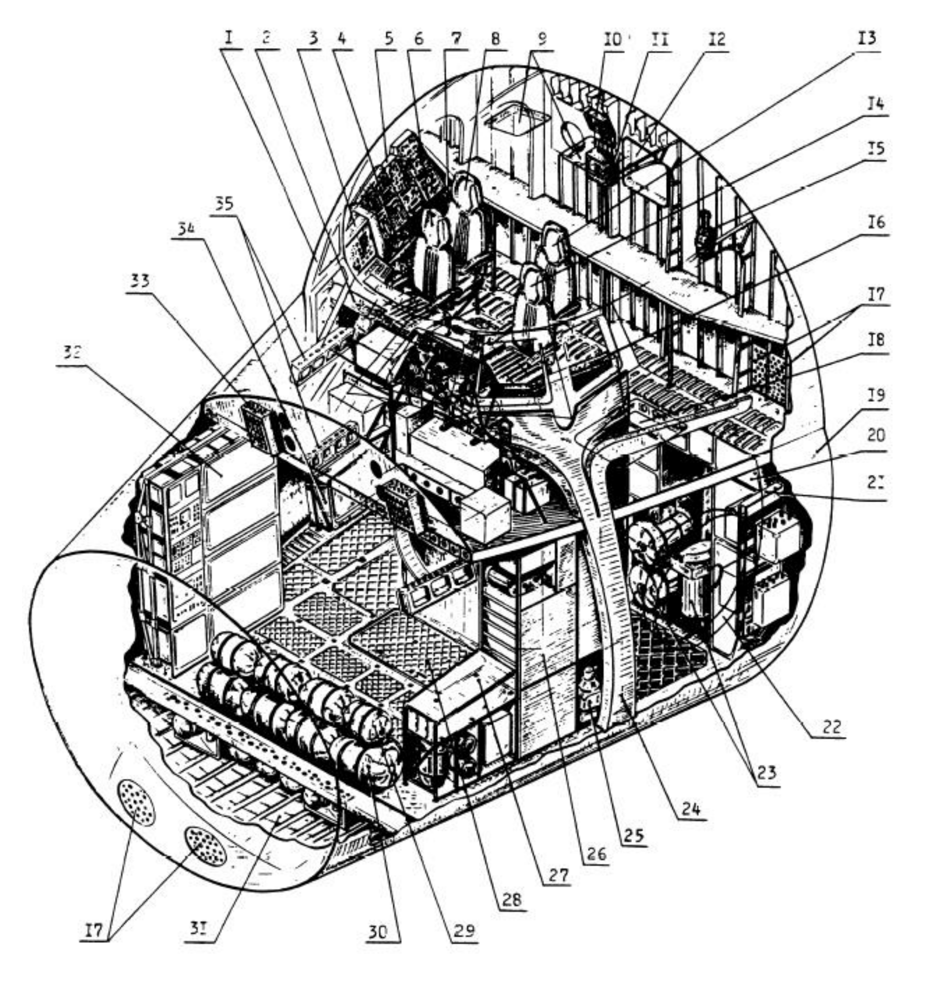


El módulo de comando tenía dos asientos eyectables derivados del Zvezda K-36 para el piloto y co-piloto, también en el techo de la cabina había compartimientos o escotillas de escape, para permitir la evacuación de la tripulación en caso de emergencias.

Versiones posteriores del Buran contemplaban la incorporación de dos asientos eyectables dobles para cuatro tripulantes, los controles de la tripulación en el módulo de comando eran el MKP o módulo para el control de comandos, la plataforma de giro-estabilización GSP, el radio-altímetro RVV y el sistema de visualización de navegación NIVS, por otro lado, el módulo habitable podía acomodar a 8 cosmonautas adicionales.

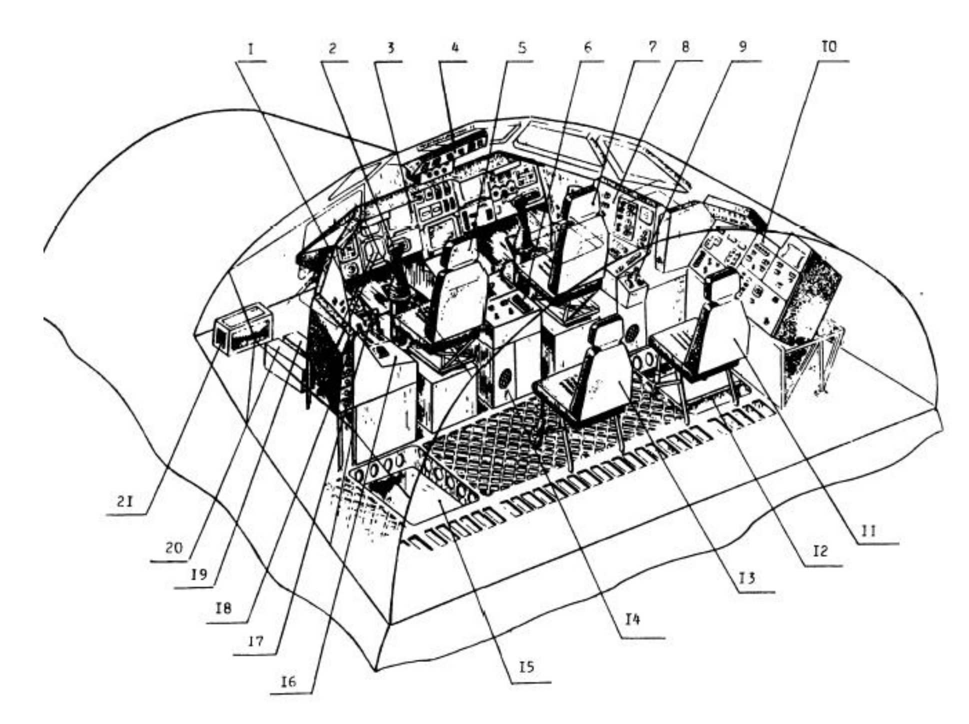
Los cosmonautas vestirían trajes espaciales Strizh, los cuales brindaban, en caso de despresurización de la cabina, 5 minutos de Oxígeno independiente; para las actividades extravehiculares los cosmonautas emplearían los conocidos trajes espaciales Orlan y las unidades MMU o unidades autopropulsadas YMK.



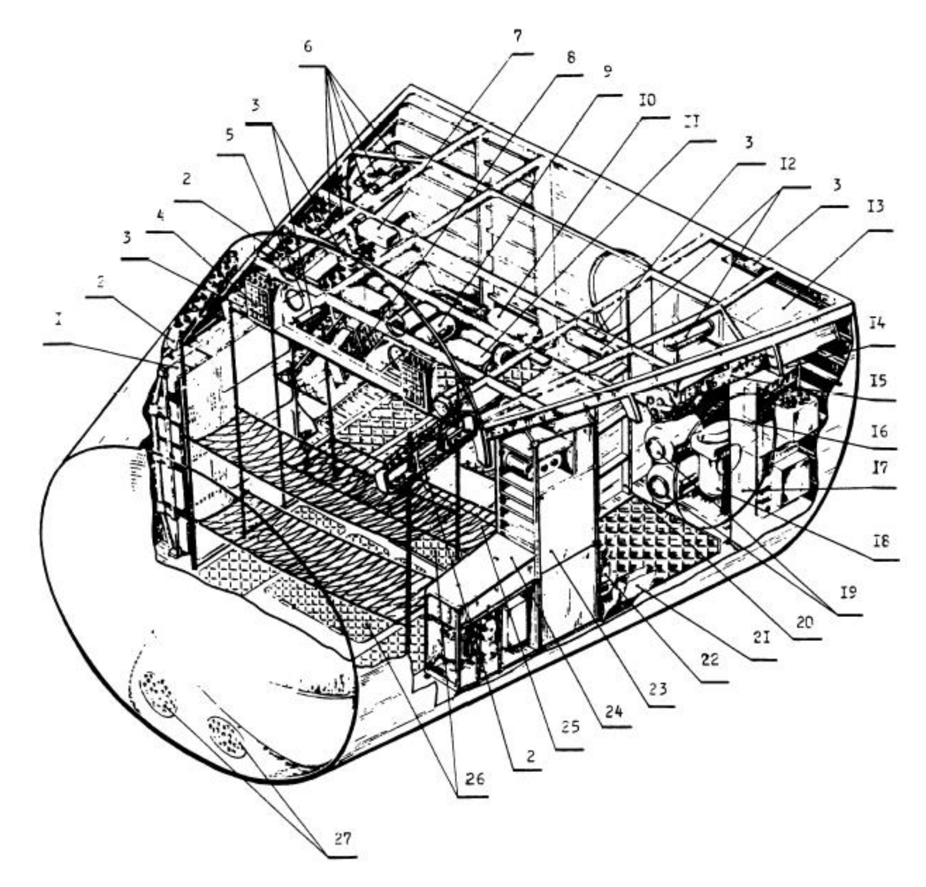


Algunas especificaciones

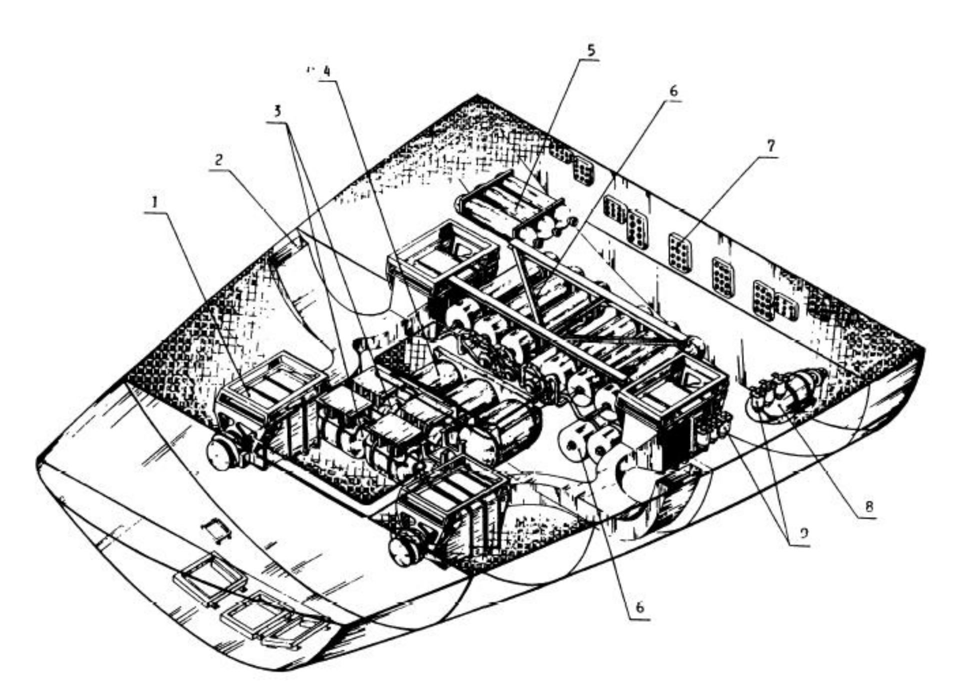
19, 23, 21, 27, 32 Compartimento de instrumentos
4, 10, 11 - Equipos informáticos
3, 5, 16 - controles remotos
6 - Asiento piloto
8 - Asiento ingeniero de vuelo,
13 - Asiento especialista de vuelo
14 - Asiento comandante
9 - Ojos de buey
12 - Escotilla posterior
22 - Entrada
28 - Compartimento agregado
33, 34 - Conducto de aire
2 - Tablero de instrumentos
26 - Gabinetes
25 - Unidad de secado/refrigeración



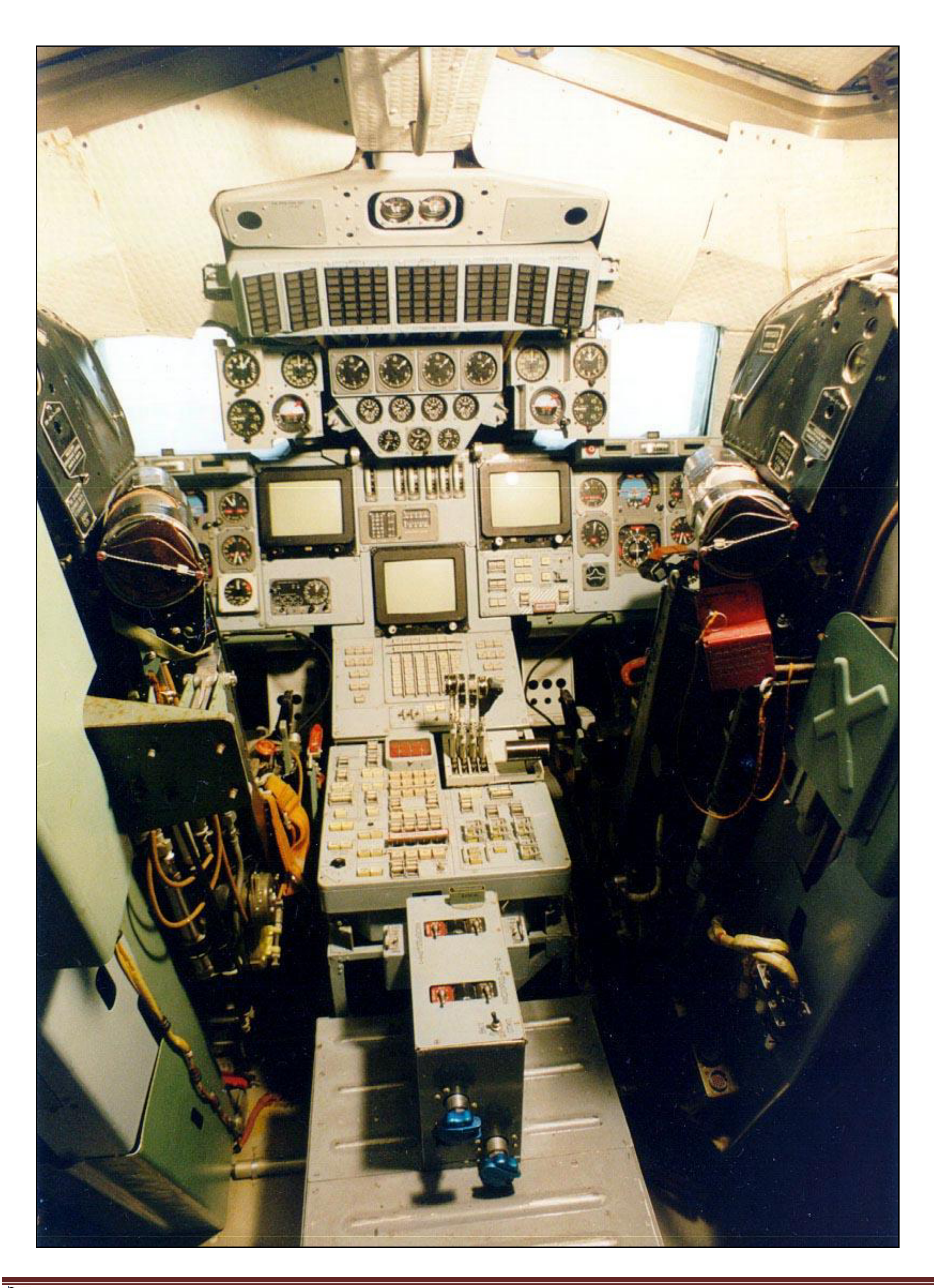
1 - Control de pie
2 - Control de alerones
3 - Panel de instrumentos
5 - Asiento comandante,
7 - Asiento piloto,
6 - Mandos a distancia
8 - Control central
10 - ingeniero de vuelo,
11 - Asiento ingeniero de vuelo
13 - Asiento especialista de vuelo
14 - sistema de regeneración
16 - equipos
21 - control de conmutación y sistema de visualización



4, 8 - Receptores ACS
6 - Filtro de aire
7 - Conducto de aire
11, 22 - Sensores de interruptor de presión
12 - escalera
13 - analizador de gases
15 - Escotillas
17 - Panel
18 – Sistema recolección de orina
19 - Gabinetes
20 - Ollas a presión
23 - Cocina
25 - Cuchetas
27 - Tapas de registros

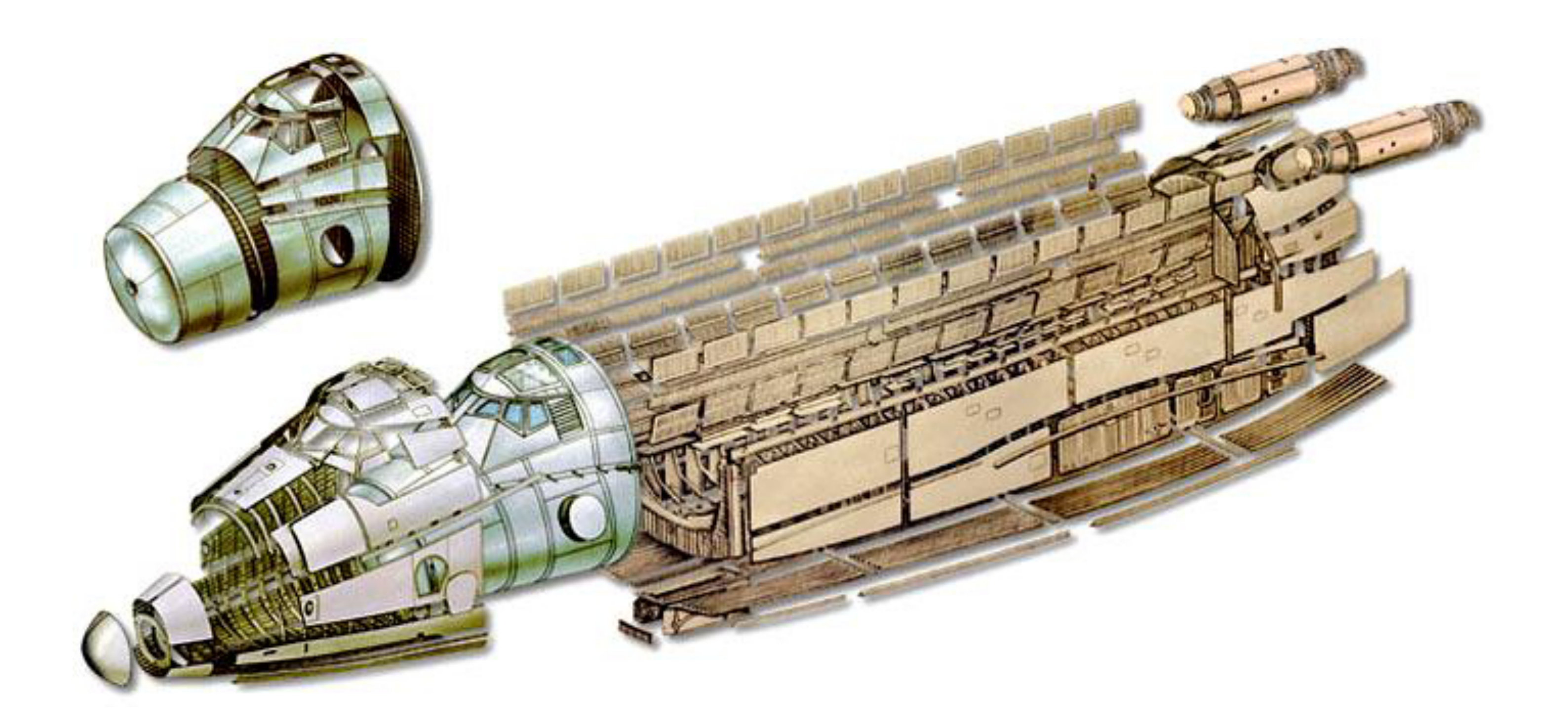


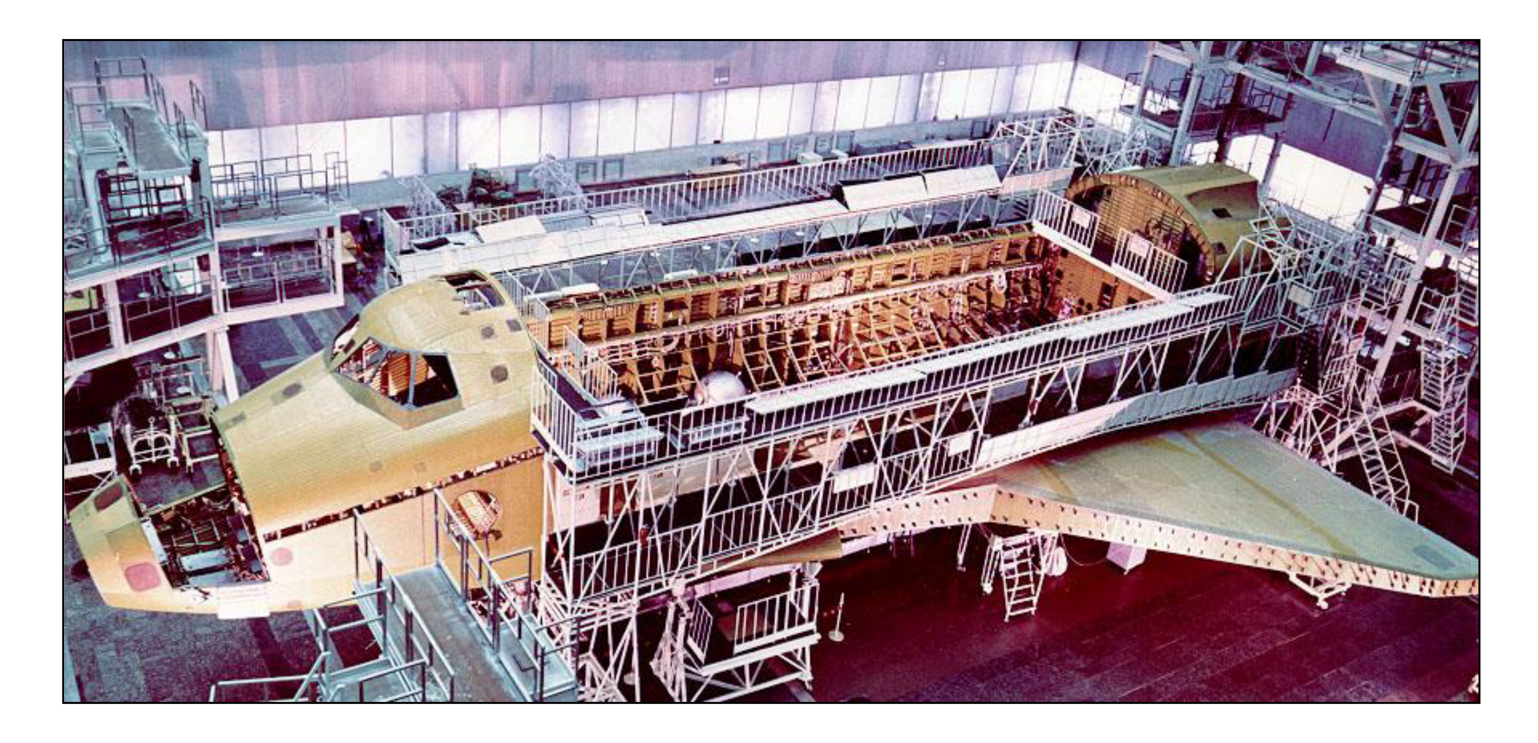
1 - Unidad de purificación y enfriamiento del aire
2 - Conducto de aire
3 - Colectores de condensación
4 - Recolectores de residuos
5 - Cilindros de Oxígeno
6 - Regeneradores
8 - Válvula de conmutación del sistema STR-9



Compartimiento de Cargas

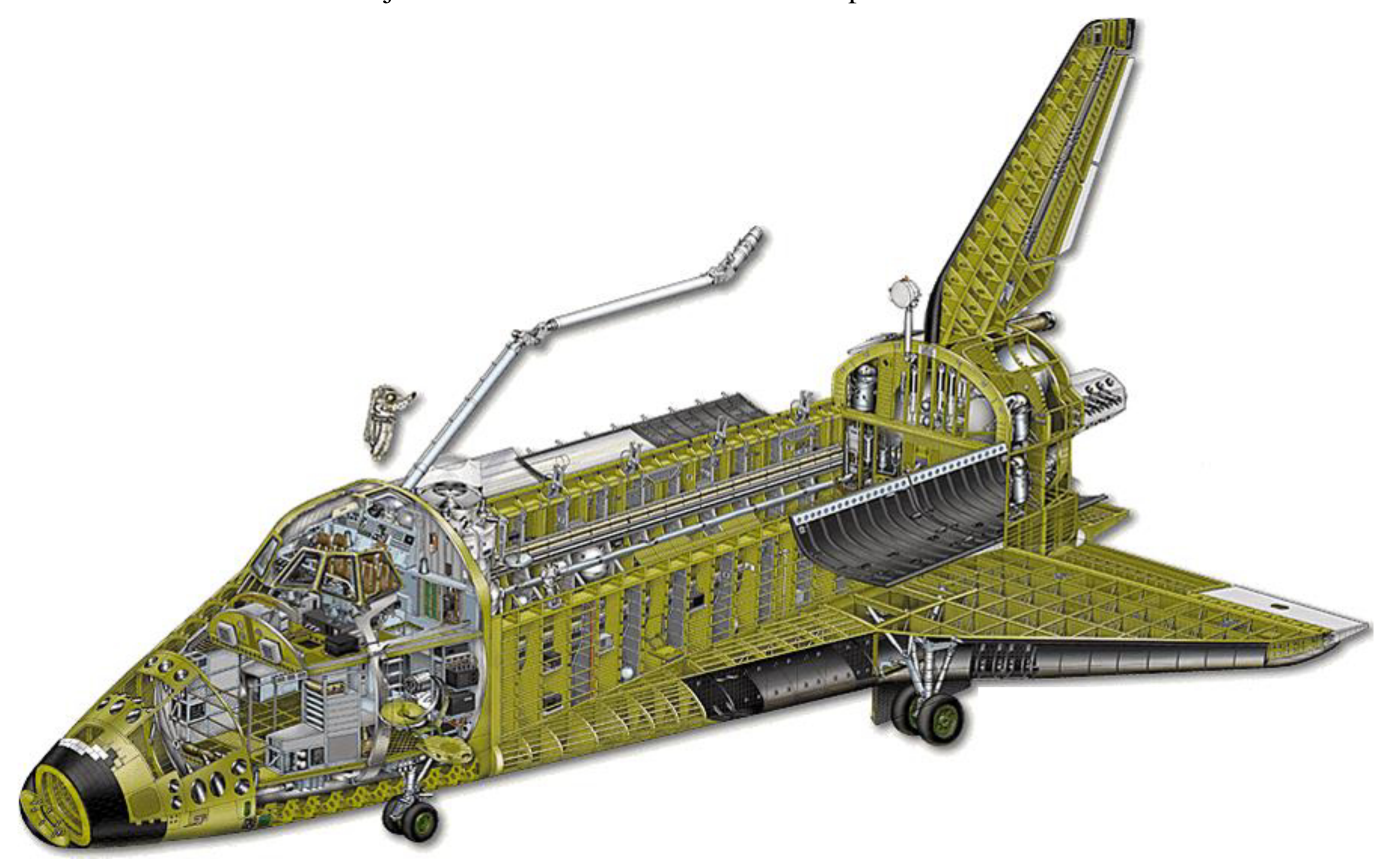
Tenía las dimensiones 18,5 x 4,7 m, contenía, entre otros, la electrónica del sistema de guiado, los sistemas de control de motores, conductos de combustible, las celdas de combustible (generadoras de electricidad) y sus respectivos tanques de Oxígeno e Hidrógeno, uno o dos brazos robots, el sistema de fijación de cargas SKPG con sus interfaces eléctrica, electrónica, hidráulica y neumática, de acuerdo a la naturaleza de la misión, se podía instalar el módulo de acople SM (de forma esférica de 2,67 m de diámetro y con un túnel cilíndrico en cuyo extremo se instalaba la unidad de acople APAS-89).





La bahía de carga tenía una longitud de 18,5 m y un ancho de 8 m (medida de acuerdo con el arco) aislaba el compartimiento de carga desde el exterior, compuesta de 2 puertas que incluían cada una 4 secciones y se fijaban por 12 puntos de fijación en el fuselaje, las puertas se fabricaron sobre la base de una aleación de Titanio, los paneles eran de fibra de Carbono y aglomerados con un aglomerante polimérico.

Una junta de metal se insertaba para evitar las filtraciones de plasma por espacios entre las puertas y actuaba también como un conjunto térmico, en los lados izquierdos y derecho se instalaron los cables eléctricos para los motores y tuberías de combustible, en las zonas superiores tenía un recubrimiento que contenía lana de vidrio que se instalaba con el fin de mejorar el aislamiento térmico del compartimiento.



La parte trasera del fuselaje de 3,6 m de longitud, 5,5 m de ancho y 6 m de alto, guardaban los equipos de los sistemas de a bordo, hidrosistemas y las antenas (OHA-II) en el exterior se fijaba la deriva (que también era utilizada como freno) el escudo de péndulo y puntos conectados al cohete Energiya, la estructura estaba compuesta de paneles y vigas centrales del fuselaje reforzadas.

La estructura de la cola estaba compuesta de dos secciones, una parte rígida y una flexible, la parte rígida incluía las divisiones, las vigas fabricadas con placas de titanio y que tenía limitaciones provenientes de las alas, del estabilizador vertical y la unión con el lanzador Energiya, constituía parte de la estructura que absorbería las tensiones mecánicas durante las diversas etapas del vuelo, la otra sección apoyaba la unidad y aseguraba la forma externa de la cola.

En la parte trasera de la cola se presentaba una puerta para la antena (OHA-II) con una abertura hacia el exterior, en posición cerrada, la puerta se mantenía por 10 tornillos, la apertura y cierre de la puerta se garantizaba mediante un electroimán.

Guiado

Estaba equipado con un sistema de control de vuelo redundante (todo tiempo) AIK y una giro plataforma, este sistema de vuelo automatizado podía detectar fallas, derivando a equipos de reserva si fuera necesario, para situaciones de vuelo de emergencia se disponía de programas alternativos, todas las operaciones de acople y del brazo robot eran automáticas con la única excepción de la última fase de acople.

Los sistemas de navegación por radio (construidos por Vympel y desarrollados por NIP Gromov) constituían un conjunto redundante de navegación capaz de realizar aterrizajes de precisión completamente automáticos, se disponía del control manual sólo como reserva, es decir cuando fallaban todos los sistemas automáticos.

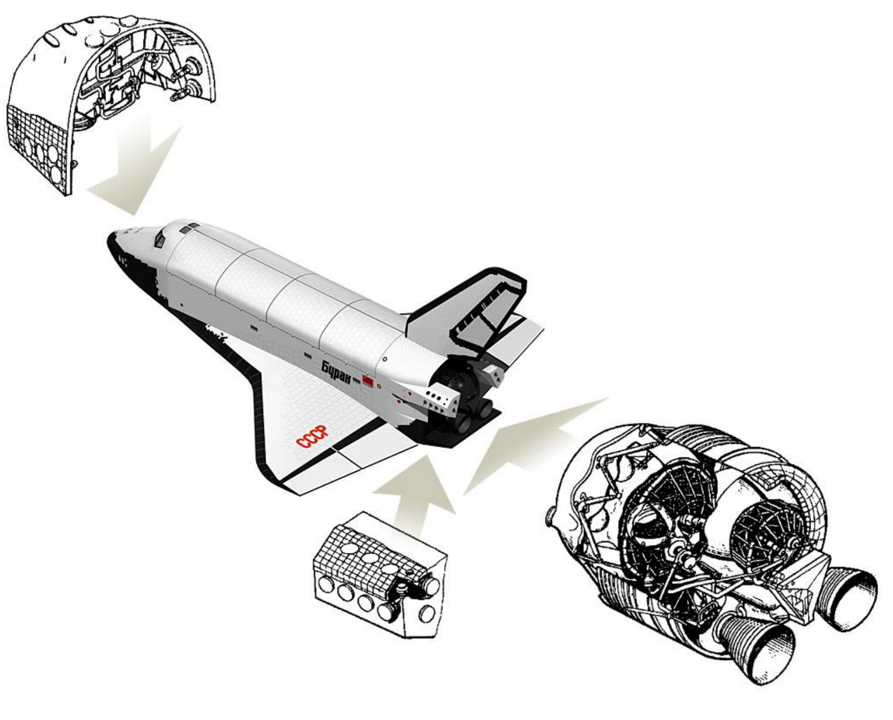
Motores

Por primera vez en el mundo la unidad de motor de una lanzadera utilizaba un oxidante criogénico (oxígeno líquido) y un hidrocarburo sintético no criogénico con una eficiencia mejorada.

El uso de combustible ecológicamente limpios aumentaba el impulso específico de los motores, pero necesitaba la introducción en Buran de elementos criogénicos, debido a que el Oxígeno se transfería y se almacenaba en estado líquido (punto de ebullición -183 °C) la diferencia entre los tipos de motores era que los principales trabajaban con Oxígeno líquido, mientras que para la dirección orbital y de precisión utilizaba solo Oxígeno.

El sistema de propulsión se componía de:

2 motores de operaciones orbitales (motores principales) con un empuje de 90 kN y un impulso específico de 362 seg, que podían ser encendidos hasta 5000 veces durante un vuelo.

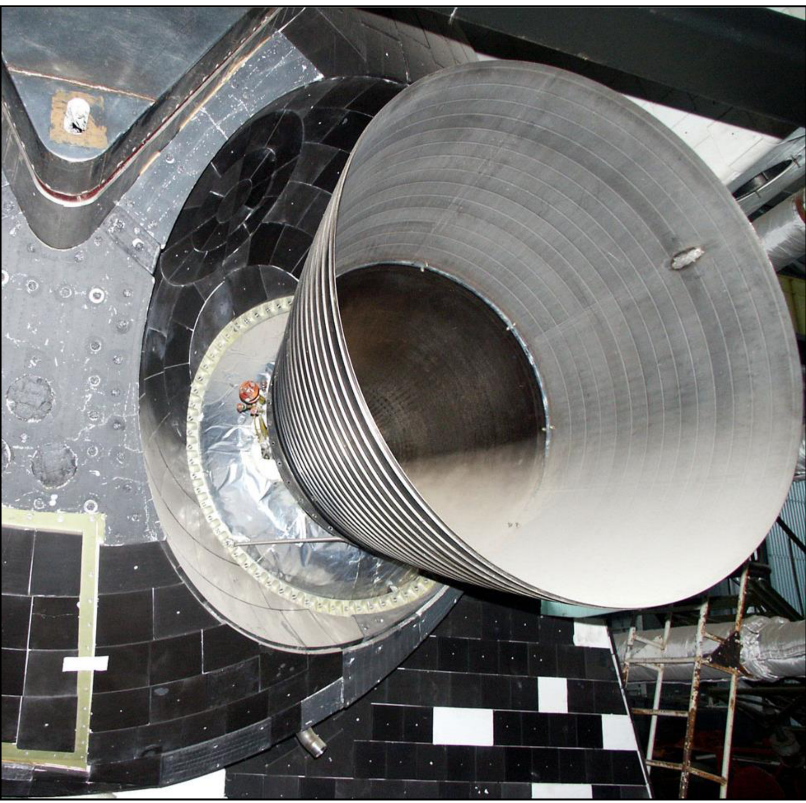


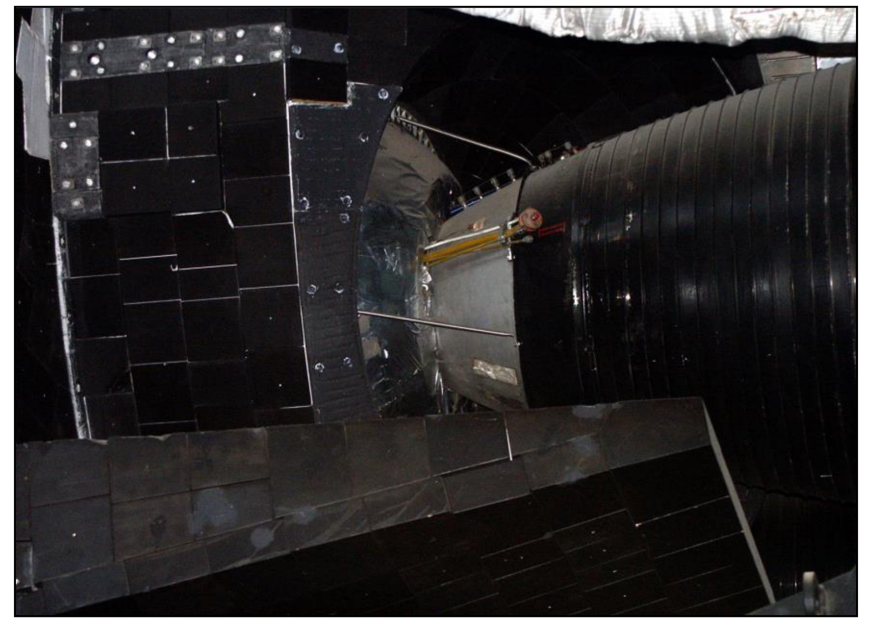
38 motores de control, con un empuje de 4 kN y un impulso específico de 275-295 s (según el destino) que podían ser encendidos hasta 2000 veces durante un vuelo.

8 motores de orientación precisa con un empuje de 200 N y un impulso específico 265 seg, que podían ser encendidos hasta 5000 veces durante un vuelo.

El motor principal estaba constituido por un sistema de bombas de combustible activada por la turbina de gas que trabajaba en el espacio y en condiciones de ingravidez.

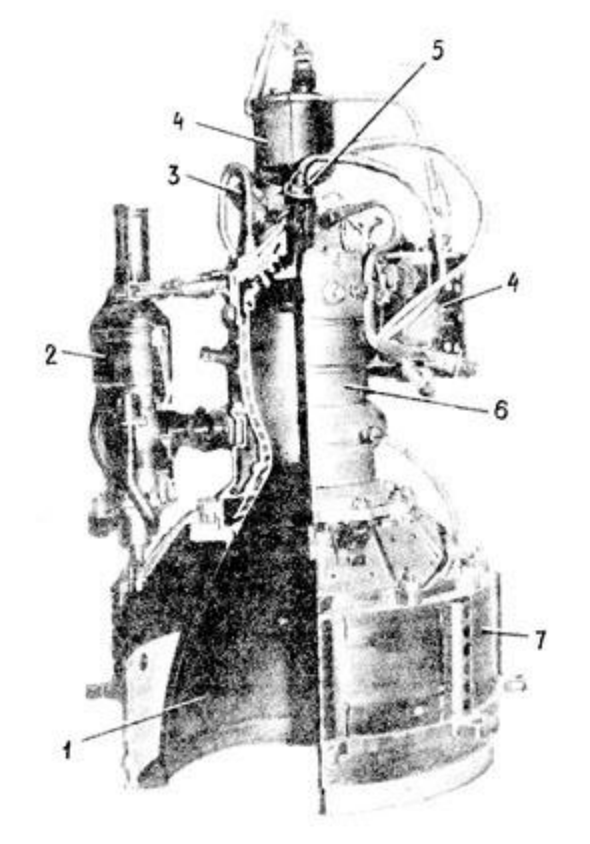






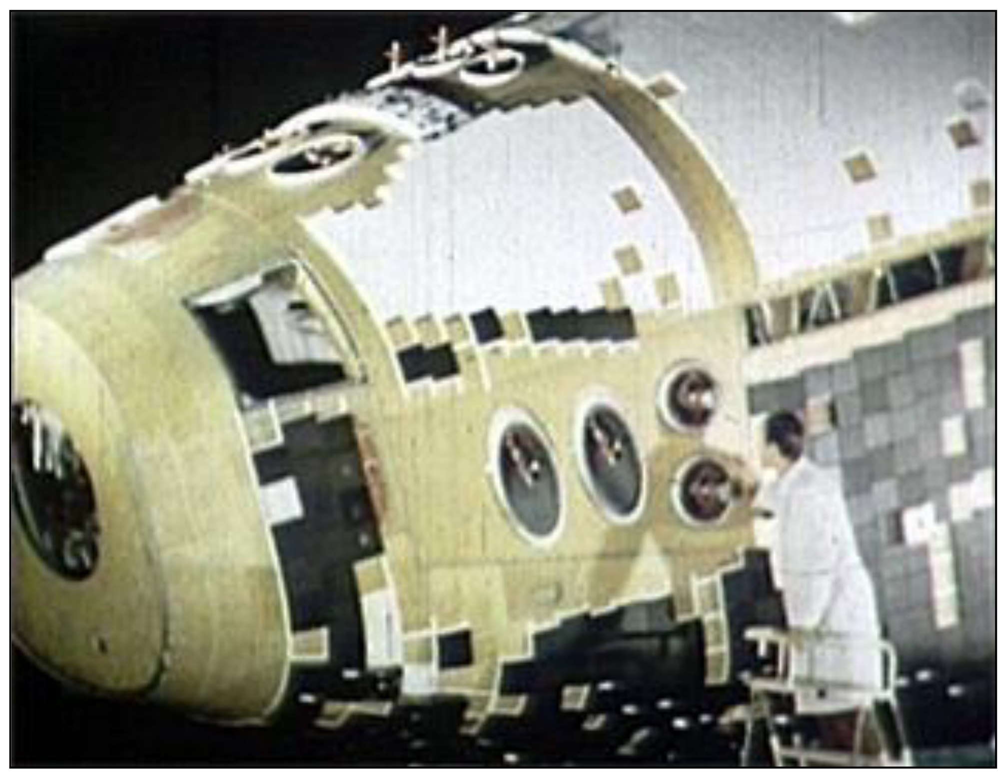
El motor funcionaba con una salida de combustión alta (el impulso específico era 362 seg) la presión en la cámara de combustión era 7.85 MPa, los elementos calientes se ensamblaban sin soldaduras, la turbina de gas soportaba hasta 4600 °C, la posición de la boquilla con respecto al plan nominal estaba inclinada 6°.

Los motores de precisión orbital funcionaban con el Oxígeno y el combustible vaporizado, por impulsos de 0,06 a 1200 seg. y se utilizaban para el vuelo orbital y descenso (hasta los 10 Km de altura) los motores longitudinales que duplicaban los motores principales en caso de daños, tenían un mayor impulso específico, para la inflamación del combustible se utilizaba un sistema de ignición eléctrico por inducción, la cámara de combustión y la tobera se enfriaba por el tráfico del gas oxidante; las válvulas de aire y la bujía por la radiación.



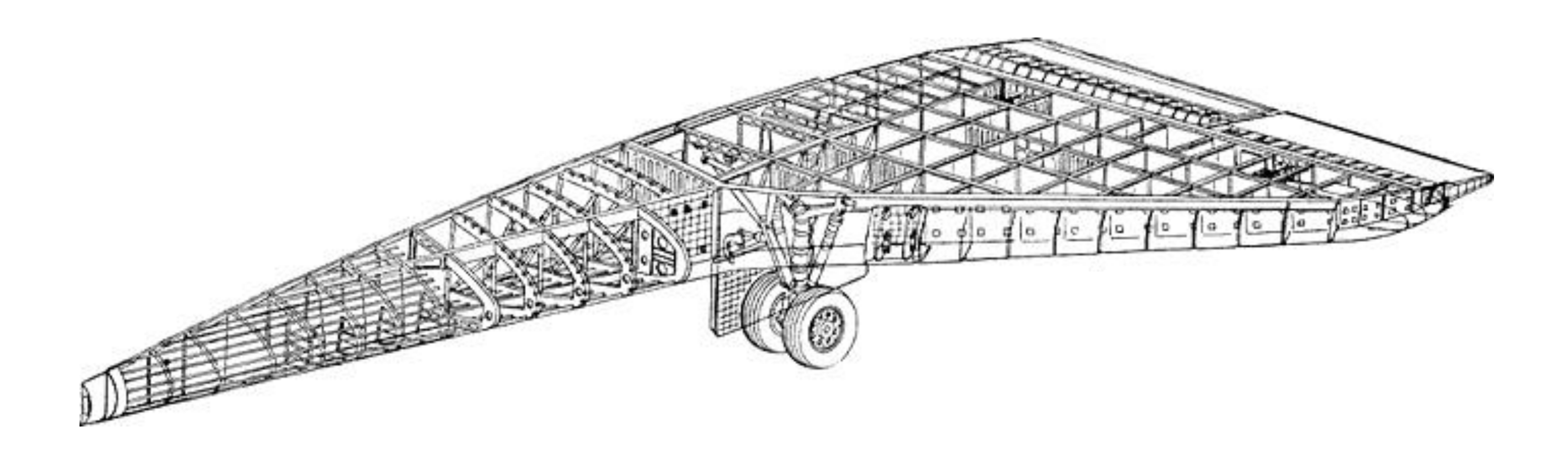
1-Tubo de escape, 2- Válvula de Oxidante, 3-Válvula de combustible, 4-Encendido, 5-Sensor de presión; 6 la cámara de combustión, 7-Ventilador





Alas

El desarrollo de las alas estuvo a cargo del Instituto Central de Aerohidrodinámica (TsAGI) de Moscú, que experimentó bajo todas las condiciones de velocidad; con forma de doble delta, ángulos de ataque de 45° y 78° respectivamente, el perfil era simétrico, con un espesor de 12% de la cuerda, 40% de la longitud y el estabilizador vertical tenía un ángulo de ataque de 60°.



El borde de ataque consistía en 68 membranas tubulares y conexiones, estaba cubierto por un protector de calor de carbono para protegerlo durante la reentrada atmosférica (que puede alcanzar hasta 1600 ºC).

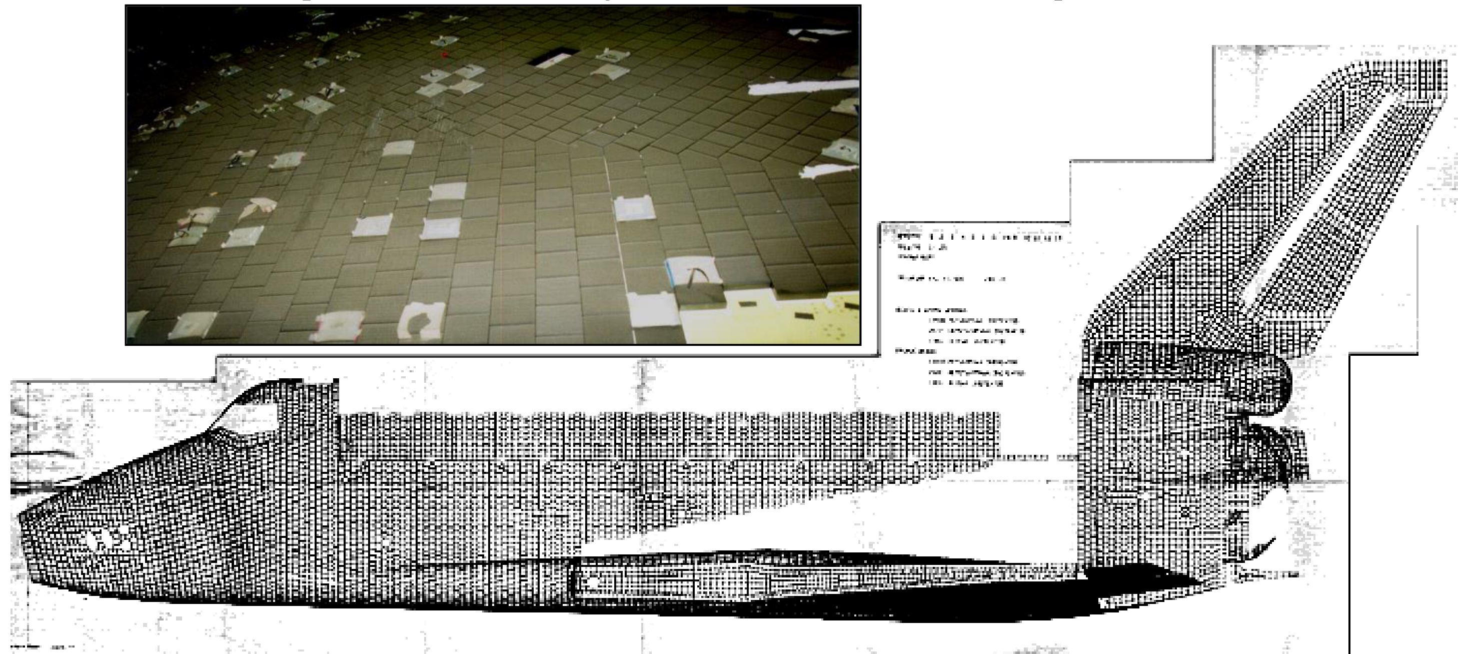
Durante la reentrada, la temperatura máxima en las superficies de Buran que alcanzaba en las hendiduras y las articulaciones de los diversos elementos de perfil aerodinámico era muy alta, esta es la razón del porque el objetivo de reducción de las ranuras entre los diversos elementos de la estructura en el momento del diseño de Buran fue un punto muy importante y los ingenieros lograron resolver el problema, en una conexión en particular, presente en casi todos los modelos de aviones.

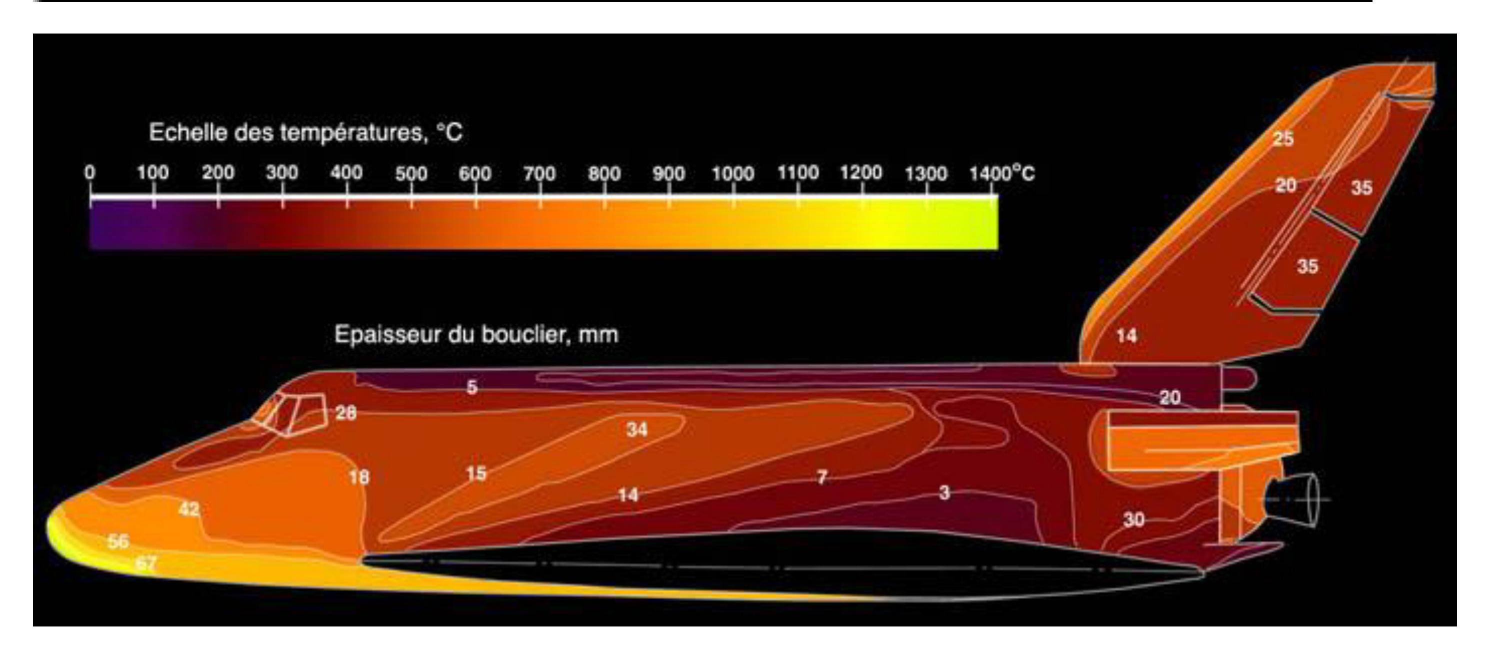
La conexión del ala con el fuselaje se llevaba a cabo utilizando vigas centrales, la soldadura entre el fuselaje y el ala se llevaba a cabo por una aleación de aluminio, la estructura del ala era relativamente hermética porque todas las soldaduras eran continuas.



Escudo térmico

Varios requisitos eran necesarios para el escudo térmico, la solidez de los azulejos, ligereza, resistencia a altos grados de temperatura, poca conductividad térmica, alto grado de oscuridad (0,8 a 0,9), resistencia a la oxidación, todos estos puntos llevaron a los ingenieros a crear baldosas térmicas que contenían fibras de cuarzo.





En las zonas donde la temperatura era superior a 1250 °C y en la nariz, el borde de ataque de las alas, donde las temperaturas podían subir hasta 1650 °C, fue necesario crear un material muy resistente que contenía Carbono.

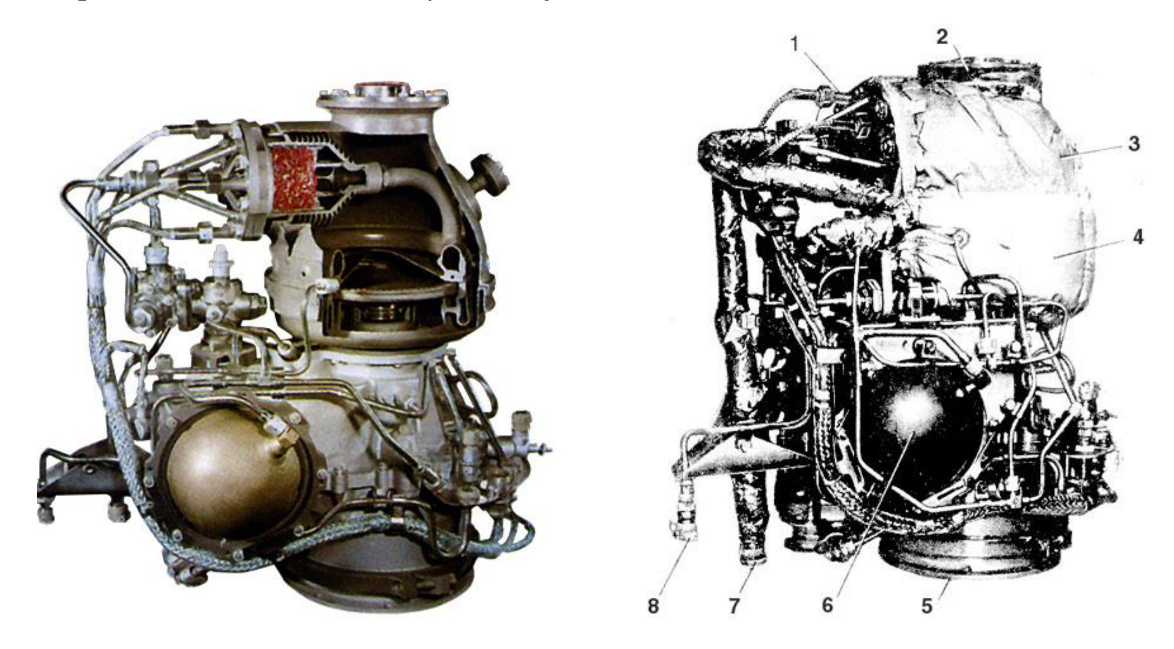
Mientras que en las zonas donde las temperaturas no excedían de 370 °C el escudo se hizo con compuestos orgánicos, el trabajo técnico para la creación de los azulejos térmicos y sus características físico-mecánicas fueron superiores a sus homólogas extranjeras, las características de diseño de las baldosas fueron: una gran recurrencia de uso (100 ciclos) variaciones importantes de temperatura (150/1650 °C) bajo coeficiente de conductividad térmica 0,06 W/K.m **(*)** a 100 ºC, 0,12 W/K.m a 1100 °C, un coeficiente de dilatación de 7/10000000 y una densidad inferior a 0,15 g/cm^3. **(*)** Watio/Kelvin x metro

Celdas de Combustible

Construidas por Ural Electrochemical Kombinat, producían 30 KW, con una densidad de potencia de 600 W-h/Kg, eran las primeras celdas de combustible operacionales soviéticas y también fueron las primeras del mundo en usar Hidrógeno y Oxígeno criogénico de fase crítica, las 4 celdas de combustible eran alimentadas por 2 criostatos esféricos de Hidrógeno, 2 criostatos de Oxígeno y 2 unidades de sumidero, el agua que estos elementos producían, se usaba para las necesidades de ese líquido del orbitador, los elementos criogénicos a bordo, podían permanecer de 15 a 20 días sin refrigeración.

Unidad de Energía Auxiliar VSU

El VSU producía de 17 a 105 KW de potencia, a partir de una turbina de 5500 rpm alimentada por hidracina, la unidad de 235 Kg estaba provista con unos 180 Kg de hidracina y el tiempo de operación era de 75 min durante las operaciones de lanzamiento y aterrizaje.



1-Turbina, 2-Ingreso de los gases de escape, 3-Material ignífugo, 4-turbina, 5-volante de fijación del sistema hidráulico, 6-depósito de aceite, 7-Ingreso del combustible, 8-Ingreso a presión para el aceite tanque



Prueba de unidad VSU en el vehículo Baikal

Brazo robótico

Elaborado por el Instituto Central de Investigación y Experimentos en Robótica y Cibernética de San Petersburgo, tenía 15 m de longitud, se movía en tres planos y 6º de libertad, el sistema de manejo incluía un sistema de control remoto de 360 Kg y otro de reserva, el final de cada uno de los manipuladores era un agarre que hacía que sea posible mover las cargas, por otra parte el operador veía los movimientos gracias a una cámara móvil (2º de libertad) y otra cámara fijada en la empuñadura.

El sistema de control remoto tenía una diferencia importante con respecto a la del STS, no sólo se podía manipular desde el interior, sino también desde la Tierra, la gestión se hacía en el Centro de Vuelo Terrestre, que permitía descargar información de telemetría en el ordenador de a bordo de la cual los transmitía al sistema de control remoto, de esa manera, un operador en la Tierra podía manejar la carga útil en el espacio con total seguridad y precisión, el uso del sistema de control remoto no estaba previsto para el primer vuelo del Buran, pero si para su segundo vuelo en diciembre de 1991 (que no se realizó).

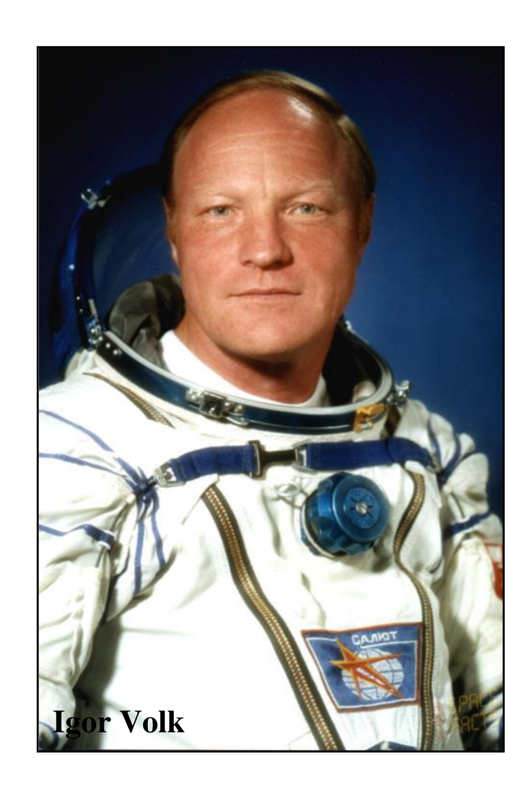




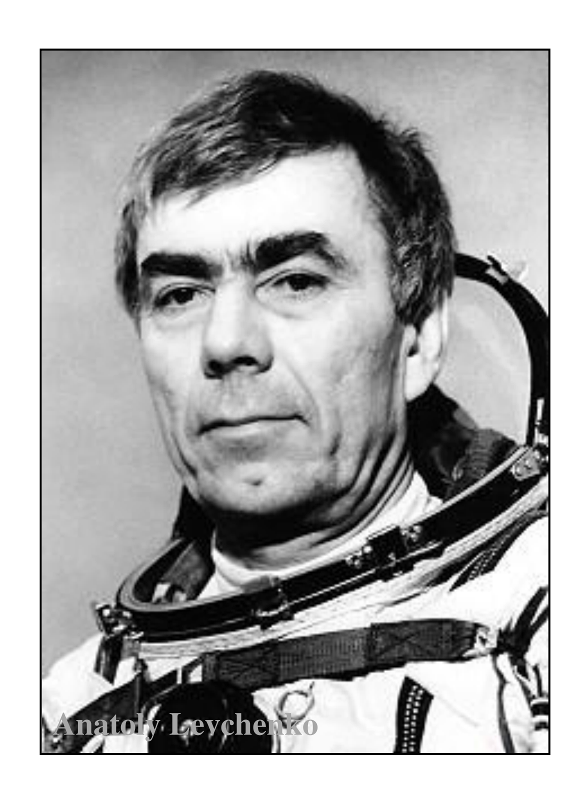



ГНЦ ЦНИИ РТК

Del primer grupo de cosmonautas entrenados, dos serían enviados al espacio para ganar experiencia, ellos fueron Igor Volk (Soyuz T-12) y Anatoly Levchenko (Soyuz TM-4).



Igor Volk


Anatoly Levchenko

Normalmente llevaría una tripulación de 4 personas, piloto, co-piloto y dos cosmonautas especializados en EVA (Actividad Extravehicular) y manipulación de cargas, los 4 tripulantes ocuparían la parte superior del módulo presurizado y dispondrían todos ellos de asientos eyectables, sin embargo adicionando asientos en la parte inferior del módulo habitable se podían acomodar a más de 10 personas.

Para el transbordador ruso se diseñaron equipos modulares que también podían ser usados por otros artefactos espaciales, algunos de estos equipos eran el módulo de acople SM y su unidad de acople APAS-89, la esclusa, el brazo robot y el sistema de fijación de cargas, estos equipos representaban 12 tn de la masa al despegue.

Se preveía dotarlo de un segundo brazo robot y del llamado sillón volador YMK o sistema autopropulsado análogo al estadounidense MMU (Manned Maneuvering Unit) probado en la estación espacial MIR en enero de 1990.

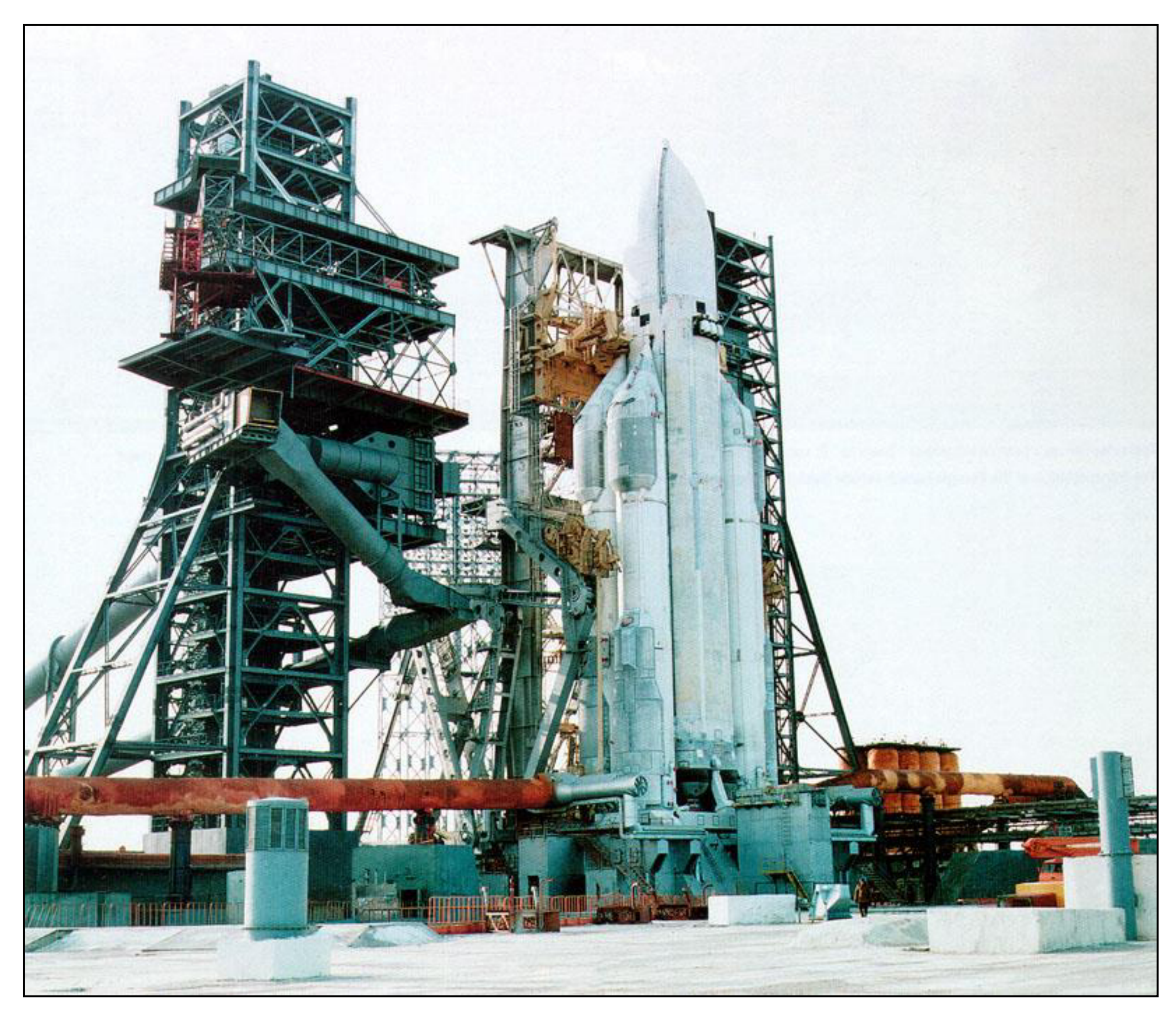
Cargado con unas 8 tn de combustible, el Buran podía colocar una carga máxima de 30 tn en una órbita de 250 Km, con la carga máxima de propergoles (14,5 tn) podía colocar 27 tn en una órbita de 450 Km de altura, si en el compartimiento de cargas se adicionaban tanques de combustible, el orbitador podía efectuar apogeos orbitales mayores a 1000 Km.

La masa máxima al momento del aterrizaje era de 87 tn, con una carga de 20 tn, la masa nominal al aterrizaje era de 82 tn, con una carga de 15 tn, la duración de un vuelo típico era de 10 días, pero adicionando provisiones y combustible se podía extender hasta 30 días.

Cohete Energiya

El cohete fue el problema inicial, Estados Unidos emplearían dos cohetes de combustible sólido para ayudar durante el despegue y un gran tanque de combustible líquido para alimentar al STS, que emplearía sus motores para alcanzar la órbita, los soviéticos no tenían tanta experiencia con combustibles sólidos, entonces emplearon solamente combustible líquido.

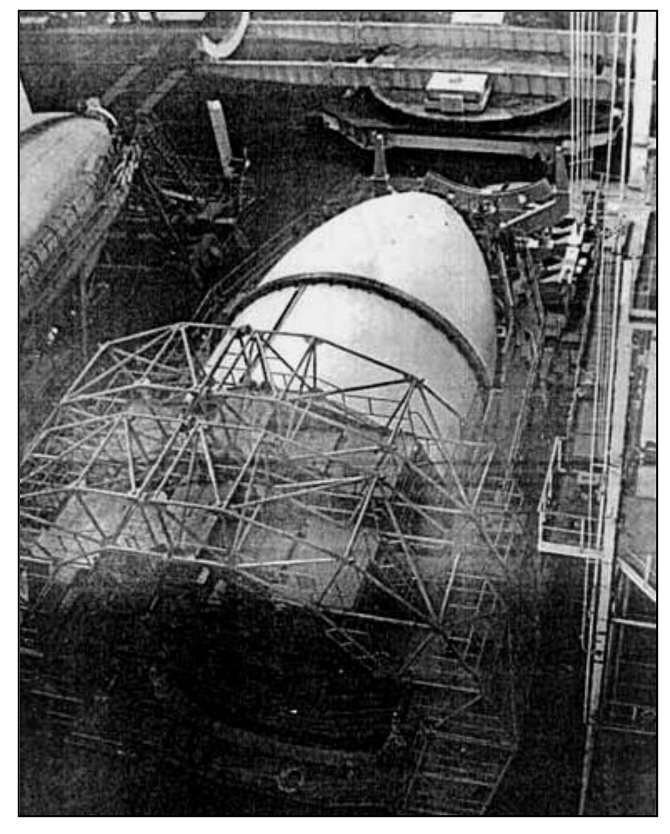
Como se necesitaba un cohete de gran capacidad que pudiera ser empleado en otras misiones y no solamente para transportar al transbordador (la nave sería transportada al espacio como una carga por el cohete) en marzo de 1978, las especificaciones para el nuevo cohete fueron aprobadas.

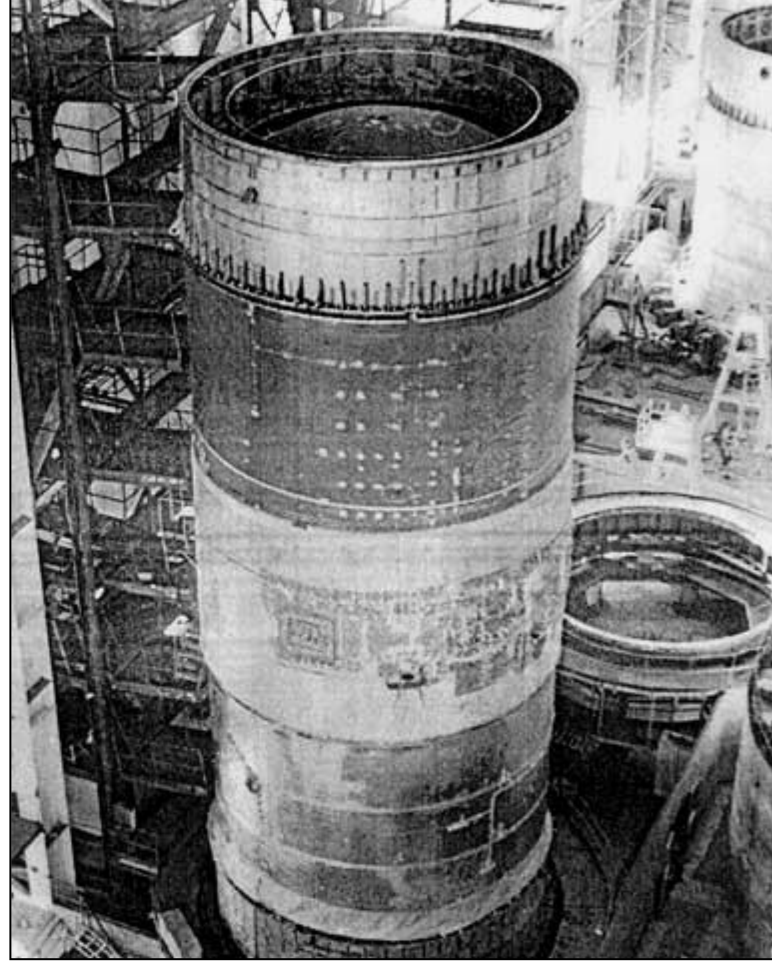


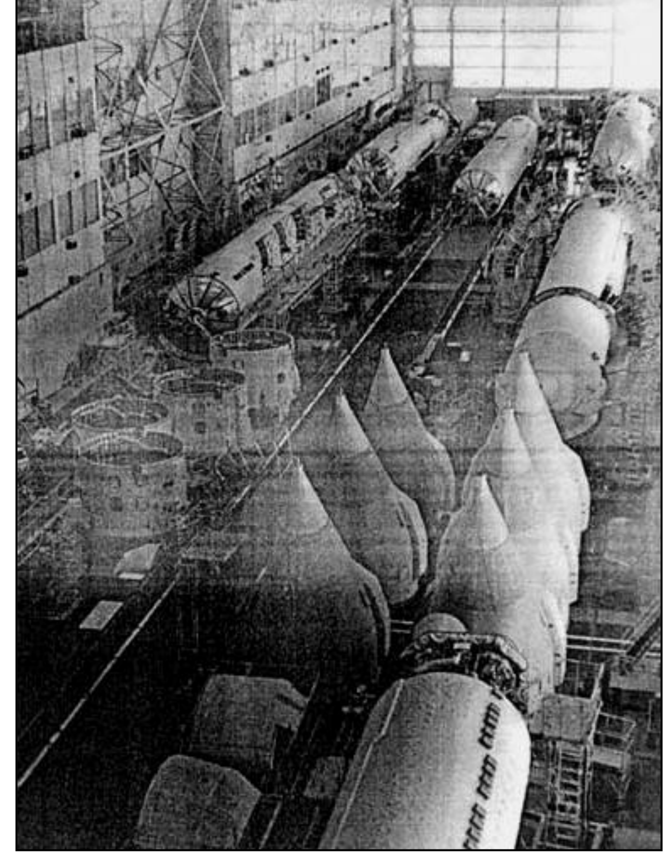
De esta manera nació el cohete Energiya, de 60 m de alto y 8 motores, podía llevar más de 100 tn a la órbita baja terrestre, su cuerpo principal disponía de 4 motores criogénicos RD-0120, alimentados por Hidrógeno y Oxígeno líquido, para ayudar en el despegue, se empleaban 4 cohetes del tipo Zenit, cada uno con un motor RD-170 de cuatro cámaras (y sus respectivas toberas) el RD-170, es uno de los motores más poderosos jamás construidos y funciona a base de kerosén y Oxígeno líquido, es un cohete que tiene gran parte de las tareas de pre lanzamiento hechas en forma automática, exigiendo poca intervención humana, para probar la confiabilidad del Energiya, fueron hechas decenas de pruebas, para cada prueba de motores se hacía necesario cortar el agua de la ciudad de Leninsk (cerca de Baikonur) durante 10 días, esto era para acumular el agua necesaria para enfriar la plataforma después de cada prueba.

Así se creó el cohete más poderoso de la historia de la astronáutica, capaz de enviar una nave en vuelo directo a la Luna o Marte, siendo solo comparado con los grandes cohetes N-1, Saturn V y el SLS estadounidense.

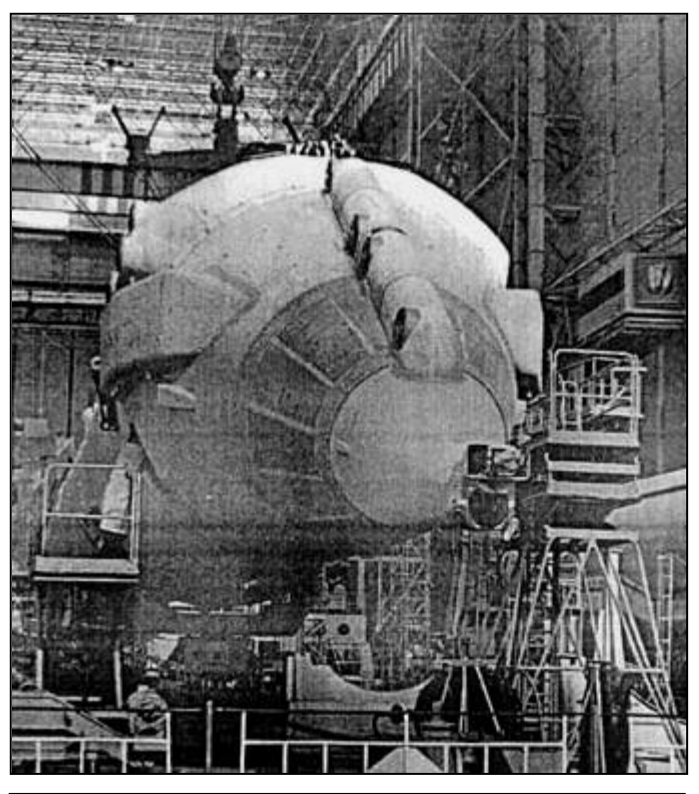
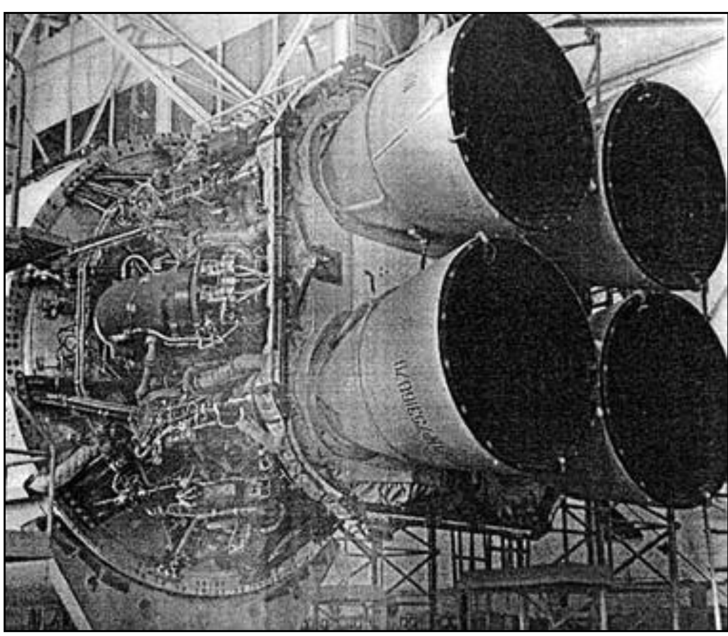
Etapas de construcción del Cohete Energía

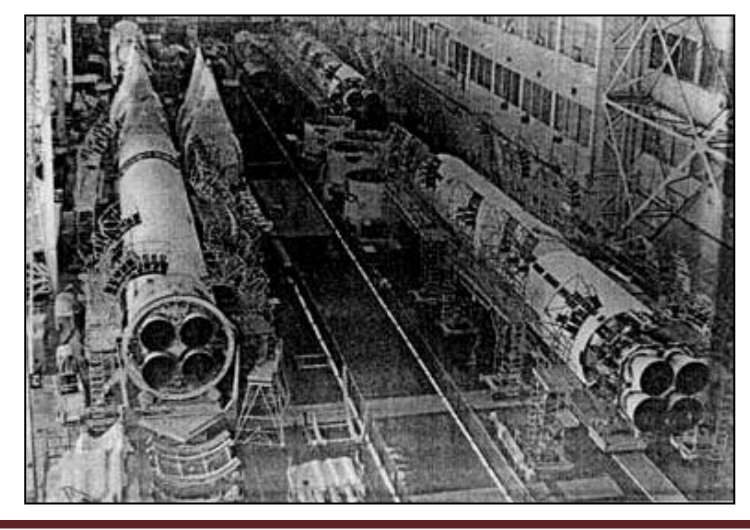


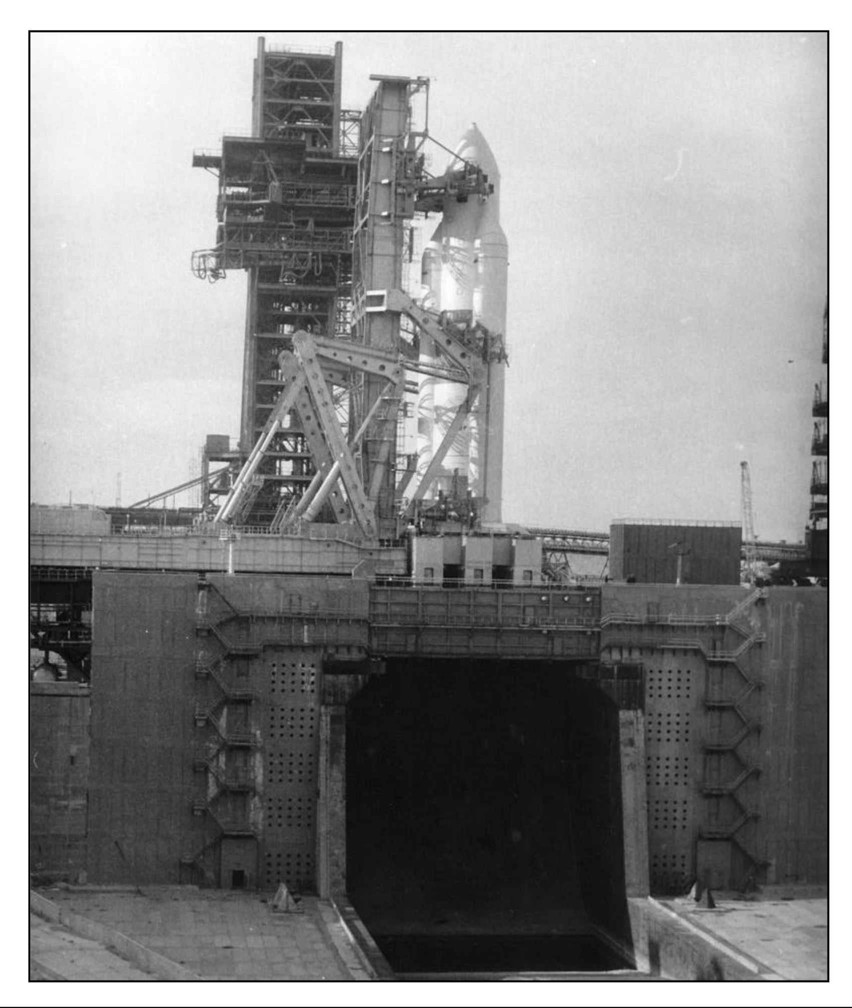


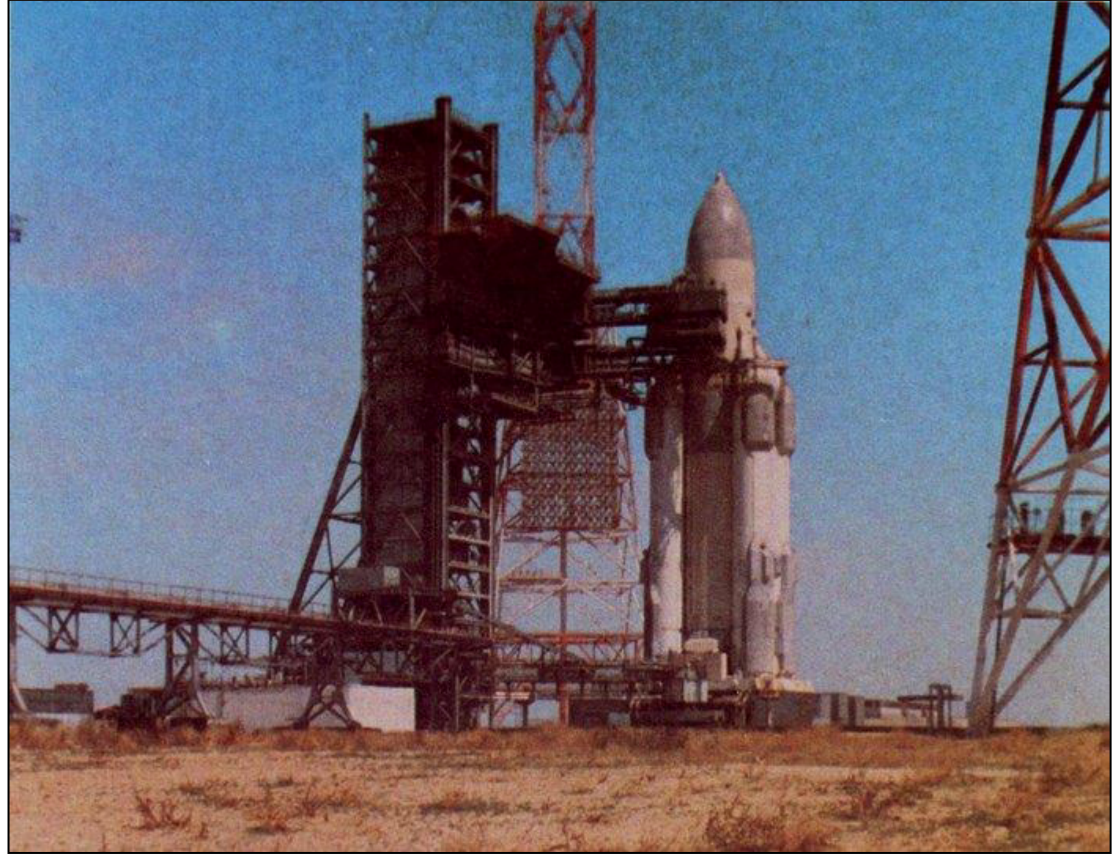




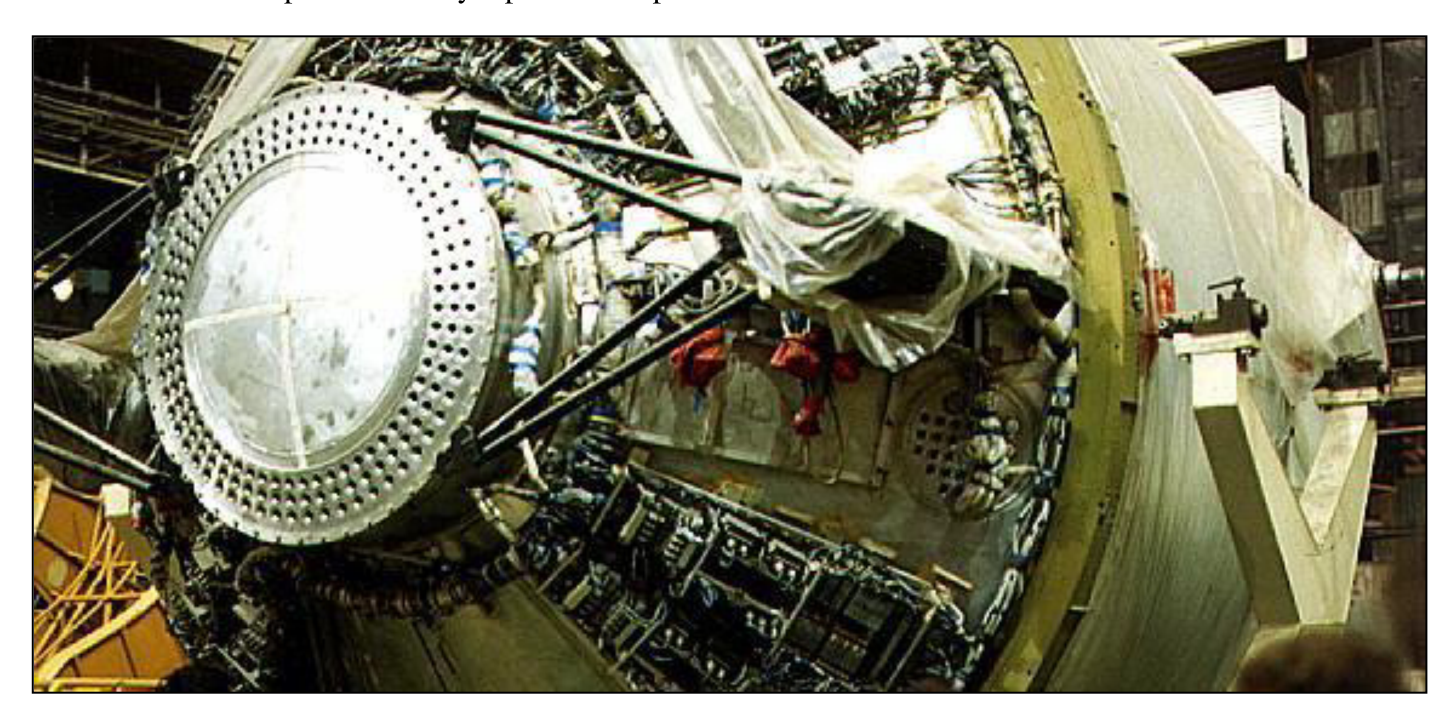


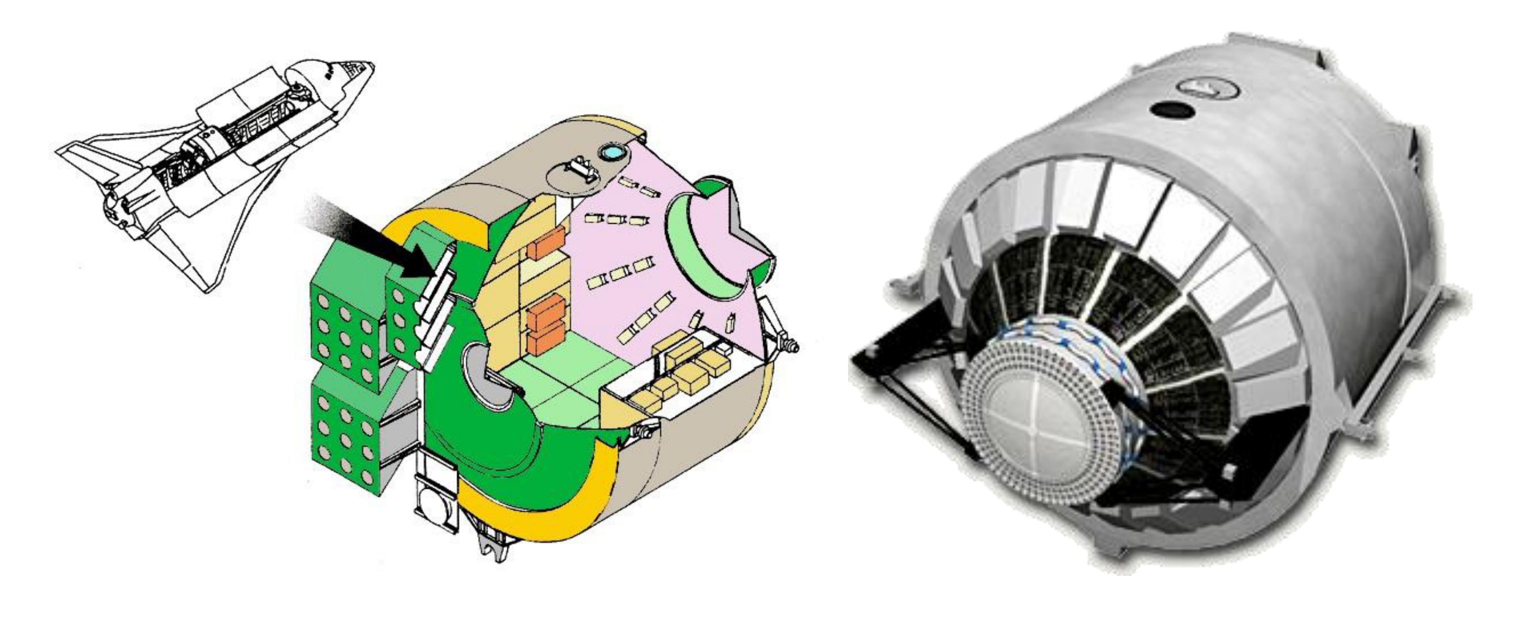


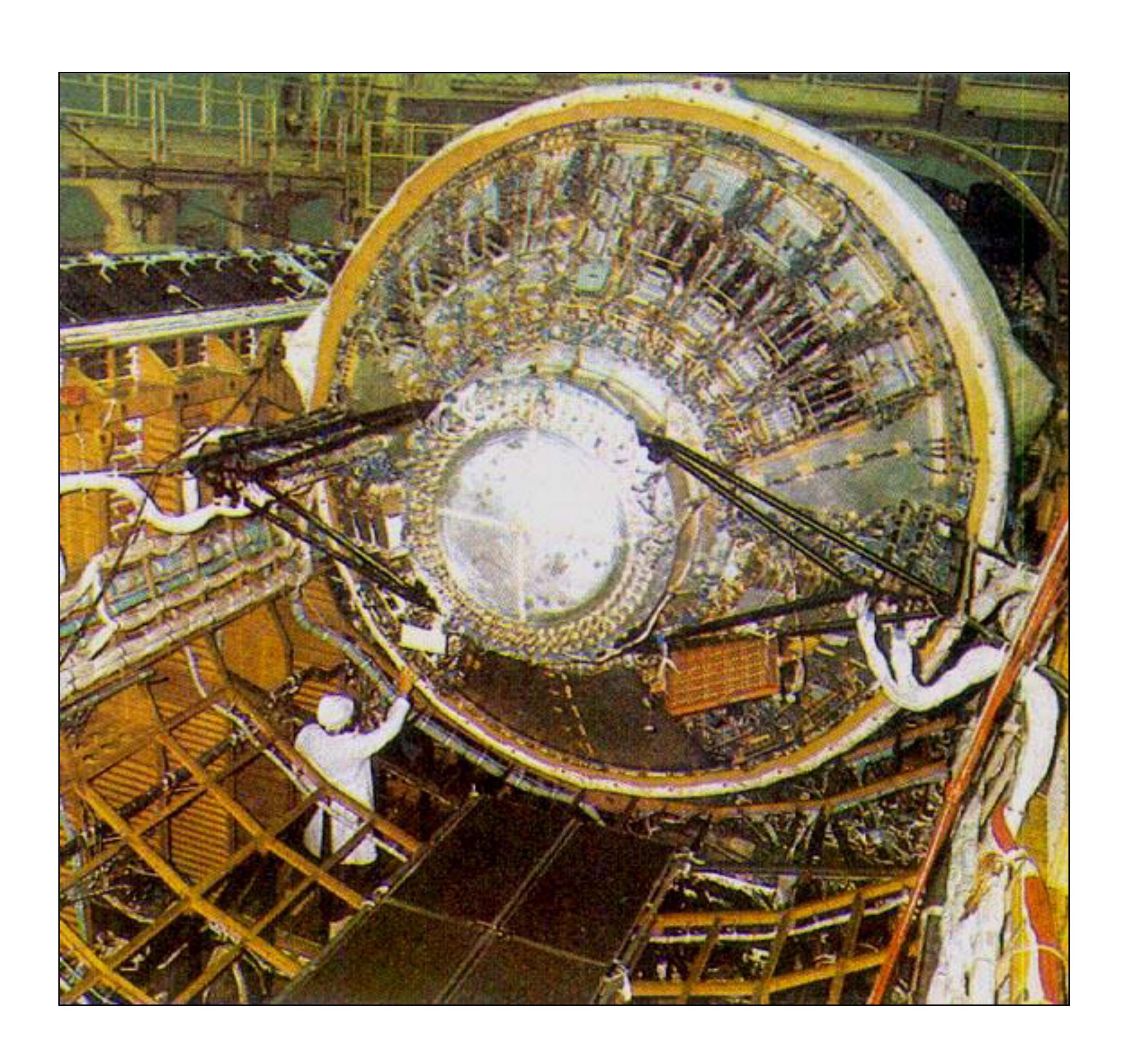
Carga útil del Buran (37KB)

El 19-04-1982 el director general de NPO Energía confirmado el pedido de la creación de un bloque adicional de dispositivos (37 KB) de acuerdo con las especificaciones, el módulo 37 KB debía ser utilizado varias veces y ser base de los futuros módulos de Buran y de la estación orbital MIR, los módulos estarían compuestos por sistemas de medición de abordo, las unidades de potencia de seguridad (48 baterías) unidades de energía autónomas del módulo baterías (12) regulador térmico, sistemas de detección de incendios y extinción, sistema de iluminación interior y dispositivos auxiliares de gestión del sistema.

La estructura del 37 KB era cilíndrica de 4,1 m de diámetro y 5,1 m de longitud, incluía 4 puntos de anclaje, el peso del conjunto era 7150 Kg y el volumen 37 m^3, la conexión eléctrica con Buran era por medio de 4 conectores, tenía capacidad de recibir a la tripulación del transbordador en caso de emergencia, se construyeron 2 módulos validados para el vuelo y 6 para varias pruebas.







Preparativos del Lanzamiento

Desde la salida de la fábrica de construcción de Tichiske el transbordador se preparaba para su envío al Cosmódromo de Baikonur, se realizó por transporte terrestre, marítimo y aéreo, las alas, de 24 m y de un peso de casi 50 tn eran llevadas en un vehículo especialmente preparado hacia el puerto y de esta manera poder surcar el río a través de Moscú hasta llegar al aeropuerto.



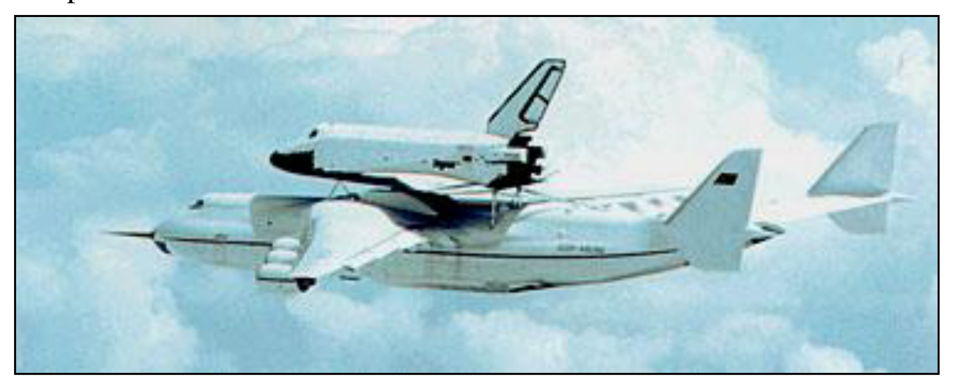


El fuselaje del Buran sería transportado por carretera, se cerraba la ruta desde Tushinko a Moscú, las calles y rutas por donde pasaba el convoy sufrían modificaciones importantes al ser ampliadas, las líneas de tranvía y autobúses se desviaban para tener la vía libre.





Para todo el período de transporte desde la fábrica hasta el aeródromo, el transbordador se ocultó bajo una cubierta (que variaba en su forma, para mantener en secreto el proyecto) en el aeropuerto sería colocado a lomos del An-225 y transportado en ese medio hasta el Cosmódromo de Baikonur



La preparación del Buran en el Cosmódromo de Baikonur se hacía en varias etapas

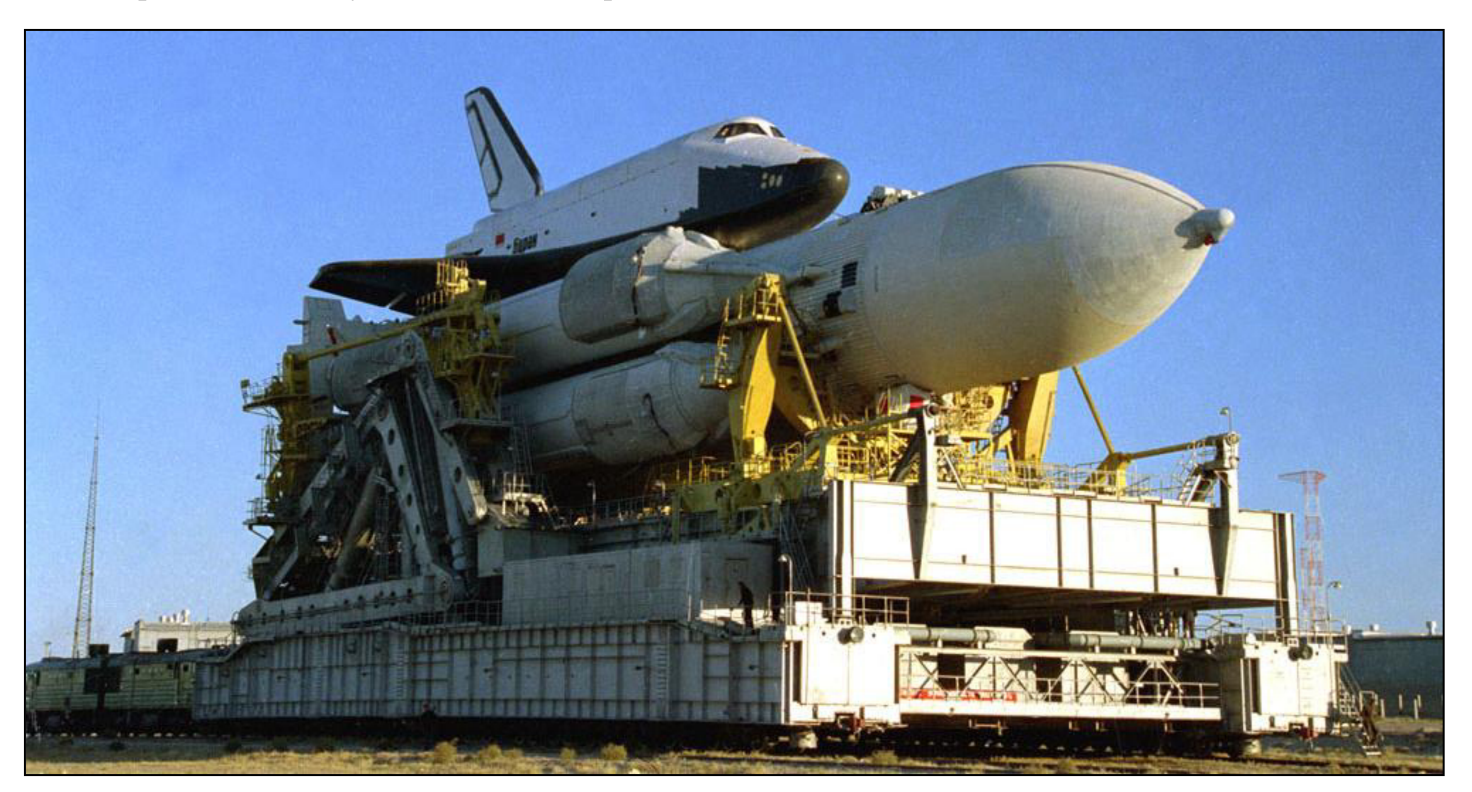
Instalación del escudo térmico en determinadas partes de la nave, instalación y conexiones eléctricas de equipos de a bordo, detectores de telemetría, control de la estanqueidad, sistema de termorregulación para las pruebas, pruebas autónomas del sistema de a bordo, llenado de la celda de combustible, realización de complejas pruebas eléctricas de todos los sistemas de a bordo y su correcto funcionamiento en comparación con el plan de vuelo y simulaciones, pruebas horizontales de limitaciones mecánicas para ensayos de rigidez de la estructura de la nave, control de las pruebas de los sistemas eléctricos, motor, sistema de maniobra orbital y el dispositivo de control en comparación con un servicio de transporte de referencia.

Realización en el terreno de las operaciones finales, instalación de las cintas magnéticas para grabar información de vuelo, captura de fotografías de los elementos técnicos de la estructura, controles de pirotecnia de las instalaciones, cierre de todas las puertas de la nave y la inicialización de los sistemas de a bordo, por último, se pesaba y alineaba para el control de la conformidad de la masa e inercia.

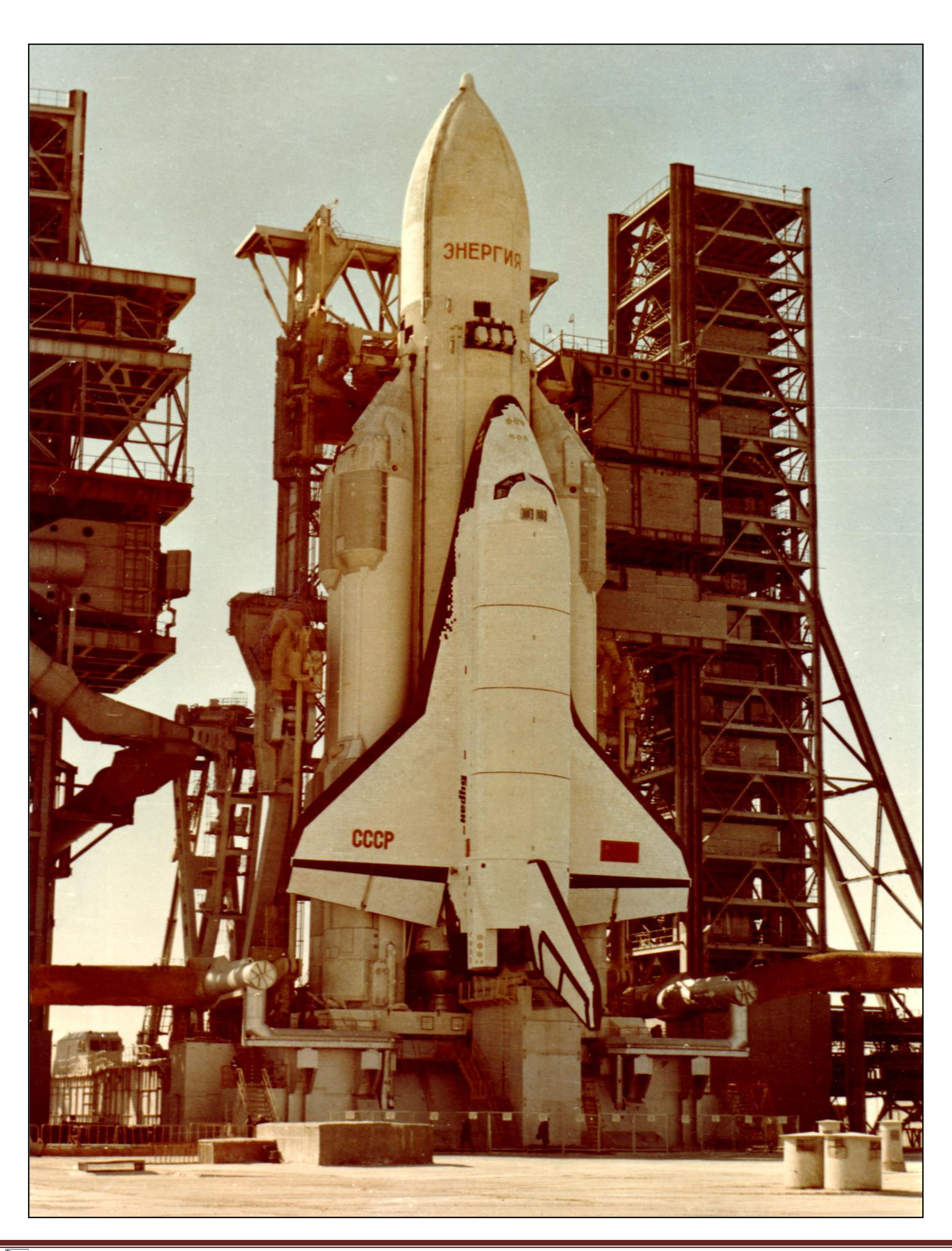




Traslado del conjunto Buran-Energíya en el vehículo de transporte hacia la plataforma de lanzamiento, preparación en la plataforma, 4 locomotoras diesel empujaban el vehículo erector hasta la plataforma (la unidad pesaba 3500 tn) y se colocaba en su posición de lanzamiento.

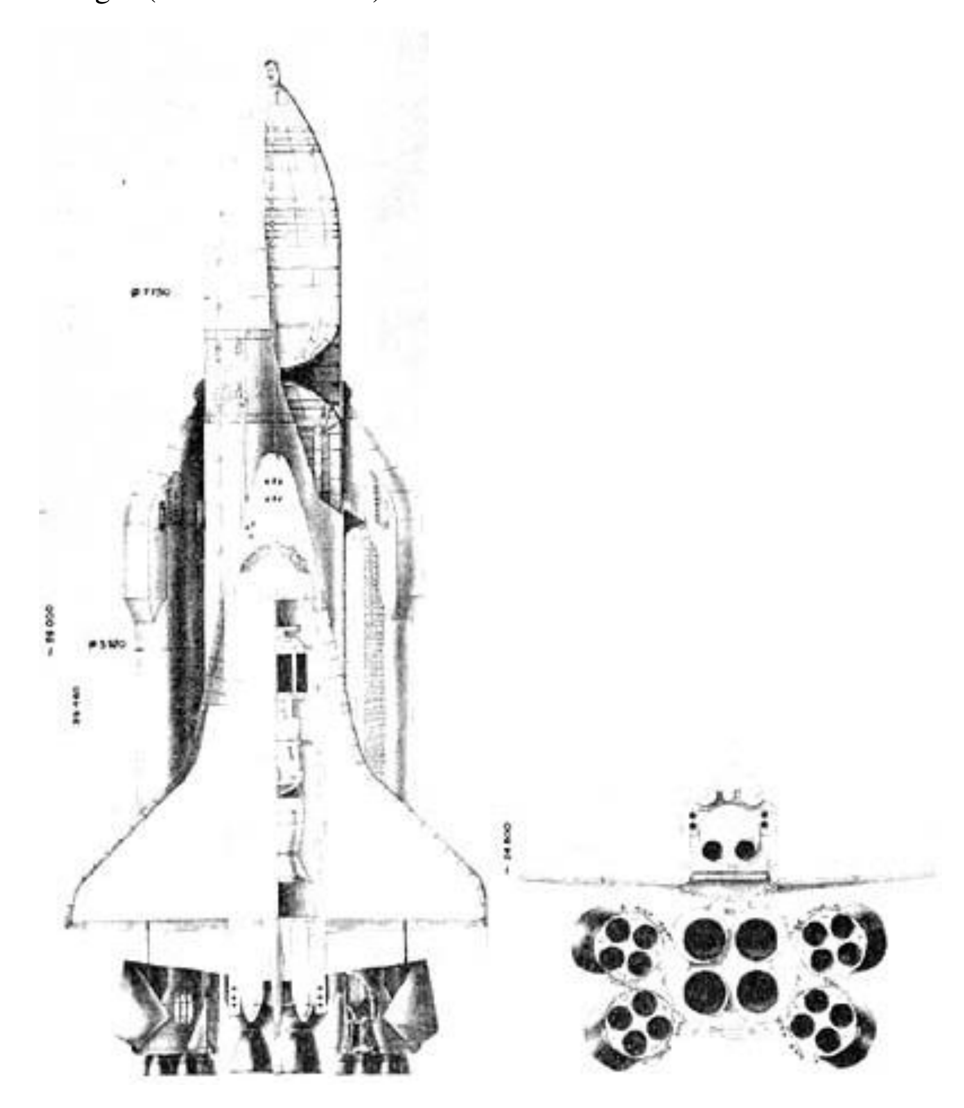





ЭНЕРГИЯ
СССР

Lanzamiento

A fines de abril de 1988, la URSS anuncia que su transbordador sería lanzado a la brevedad, las imágenes entregadas a la prensa mostraban al Buran siendo preparado para el lanzamiento, con un módulo en su compartimiento de cargas (el módulo 37 Kb)

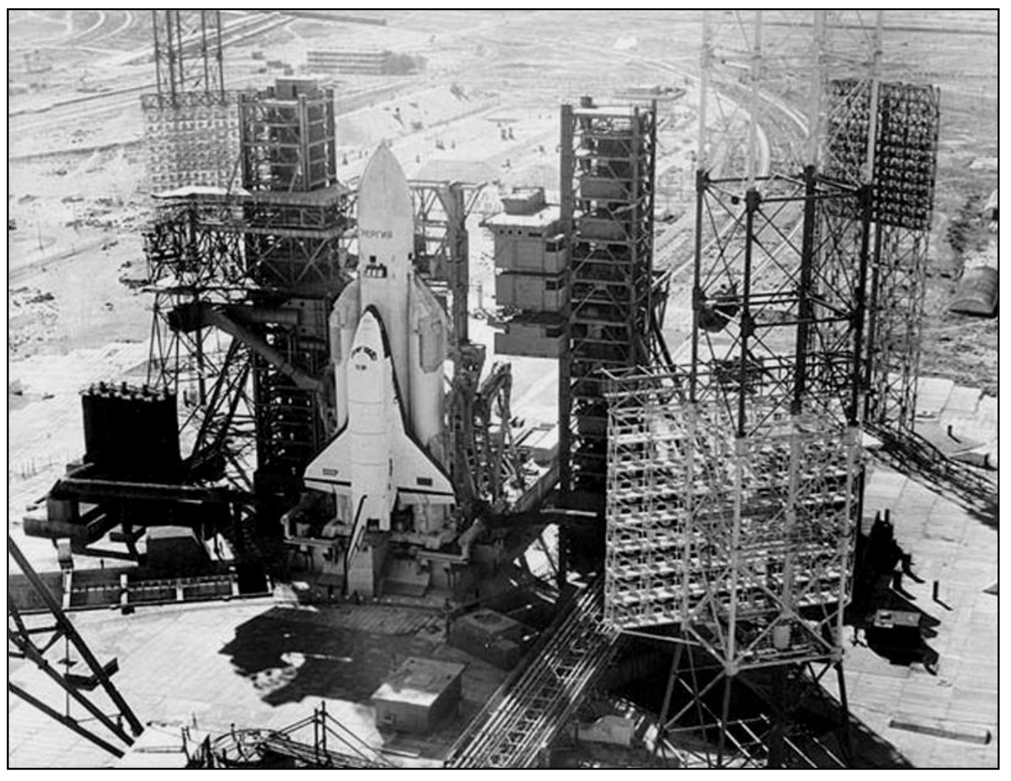


El lanzamiento fue programado originalmente para las 6:23 (hora de Moscú) del 29-10-1988, mientras la cuenta regresiva recorría sus horas finales, se registró un fallo en el sistema de ignición, lo que obligó a retrasar la cuenta regresiva por 4 hrs, luego de reanudar nuevamente la cuenta atrás, ésta se detuvo nuevamente a sólo 51 seg del encendido de los motores debido a que la plataforma de acceso de la tripulación no se retrajo tan rápido como se esperaba (demandó 38 seg cuando se esperaba haberlo hecho sólo en tres seg) aunque no había tripulación en el transbordador, era necesaria la utilización de esta plataforma, la cual proporcionaba las conexiones eléctricas, específicamente los giróscopos, que eran actualizados con precisa información del control en tierra.

Los técnicos llegaron a la conclusión de que el diseño del sistema de bisagra de la plataforma era inadecuado, por lo que era necesaria su corrección, el análisis de estos problemas, como su solución demandó unas dos semanas de trabajo.


Буран

Se fijó una nueva fecha de lanzamiento, esta vez el 15-11-1988, a las 6:00 a.m. (hora de Moscú) se había anunciado que realizarían una cobertura en vivo de este evento (que no sucedió) mientras se aproximaba el momento de lanzamiento, las condiciones climáticas no eran las ideales, una tormenta se aproximaba desde el Mar de Aral, en la zona de Baikonur, se registraban vientos huracanados, había un cielo muy cubierto de nubes bajas y una temperatura ambiente de 4 ºC, de todas maneras se permitió continuar con la cuenta regresiva y el personal despejó la zona de la plataforma, ya en el día 15 de noviembre, a las 4:49 de la madrugada, los técnicos activaron el secuenciador interno de lanzamiento del Buran, 8 segundos antes del lanzamiento, los motores del cuerpo principal del cohete Energía entraron en funcionamiento, seguidos del encendido de los 4 cohetes laterales auxiliares, el despegue fue exitoso y ocurrió tal como estaba programado a las 6:00 hora de Moscú.








Байкал

Vuelo

Cuando el conjunto Energíya-Buran se encontraba a unos 60 km de altura (2:75 minutos de vuelo), ya agotados fueron eyectados de a pares los propergoles de los impulsores laterales, el bloque central del Energíya con sus cuatro motores criogénicos RD-0120 siguió transportando al Buran hacia su destino, este bloque central se separó a unos 160 Km de altura (8 min. de vuelo) y continuó en una trayectoria hacia la Tierra destruyéndose en la reentrada atmosférica, 2:05 minutos después de esta separación, el Buran accionó sus 2 motores de maniobra orbital por el lapso de 67 seg alcanzando los 250 Km de altitud.



Cuando el transbordador sobrevolaba el Pacífico, a las 6:47, encendió nuevamente sus motores de maniobra orbital por 42 seg, ingresando finalmente en una órbita de 251 x 263 Km y 51.6° de inclinación, permaneció durante todo el vuelo en comunicación con el Centro de Control y Misión Korolev (al N de Moscú) mediante una combinación de buques de seguimiento y satélites.

Los buques Volkov y Belyayev fueron ubicados en el Atlántico Sur, el Marshall Nedelin fue ubicado cerca de las costas de Chile y el Dobrovolsky fue posicionado al O del Nedelin; para la retransmisión de datos entre estos buques y el Centro de Control y Misión, se emplearon satélites Molniya, Gorizont y Luch.


Buque Belyayev


Buque Marshall Nedelin

Gracias a esta infraestructura de comunicaciones durante el vuelo el Centro de Control y Misión recibió imágenes de televisión de la Tierra tomadas desde el cockpit del transbordador, completó su primera órbita sobre el Pacífico, Atlántico Sur, África, Unión Soviética.



140 minutos transcurridos desde el despegue, cuando el Buran sobrevolaba por segunda vez el Pacífico, giró 180° encendiendo sus motores de maniobra orbital con el objeto de desacelerar e ingresar en una trayectoria de reingreso a la Tierra, una vez que girara nuevamente 180° para emprender el retorno, a unos 120 Km de altura entró en contacto con las capas superiores de la atmósfera terrestre; a unos 90 Km de altura y por motivo del plasma generado por la interacción durante el frenado entre el escudo térmico protector del orbitador y las capas de la atmósfera estuvo en silencio de radio con el Centro de Control y Misión por el lapso de 20 minutos.



La telemetría con el orbitador se reanudó cuando el Buran se encontraba a unos 50 Km de altura y a 550 Km de la zona especificada de descenso, estos datos enviados por el Buran indicaban que todos sus sistemas funcionaban normalmente, cuando el orbitador se encontraba ya sobre la zona de descenso, efectuó una maniobra lateral, siguiendo una trayectoria en espiral que lo condujo a alterar por completo la manera de aproximarse a la pista de aterrizaje, esta maniobra no era esperada por el control en tierra, sino que el Buran tomó esta decisión en forma autónoma, luego de evaluar los datos meteorológicos.

Las condiciones de descenso no eran las óptimas, ya que en la zona del aeropuerto soplaba un viento con una componente transversal a la pista de 55 Km/h, finalmente a las 9:25 de la mañana y a una velocidad próxima a los 280 Km/h, el orbitador entraba en contacto con la pista de aterrizaje ayudado en el frenado por tres paracaídas, el vehículo espacial fue perdiendo velocidad hasta que finalmente se detuvo, luego de recorrer una distancia de 1620 m sobre la pista, las inspecciones realizadas tras el vuelo revelaron que sólo 5 de las 39000 losetas de protección térmica se habían desprendido, aunque algunas partes del sistema térmico protector evidenciaban (aparentemente) un gran desgaste, la rueda delantera del orbitador, se había desviado solo 1,5 m del eje de la pista.





El vuelo del Buran, significó un hecho tecnológico sin precedentes en la comunidad espacial mundial, el lanzamiento, puesta en órbita, maniobras orbitales, descenso y aterrizaje de precisión fueron realizados en modo completamente automático.

Luego de los estudios que se le hicieron, hubo otros intentos de lanzarlo nuevamente pero fueron cancelados, finalmente fue almacenado en un hangar durante años y los edificios utilizados en el programa se abandonaron, la falta de mantenimiento del edificio que contenía el transbordador con el cohete Energiya hizo que el 12-05-2002, el gran techo de este se desplomara y los destruyera por completo, pero dejó un legado muy importante, muchos de los equipos creados para esta nave fueron utilizados en módulos enviados posteriormente a la ISS, el proyecto Buran involucró el trabajo de 1206 subcontratistas y 100 ministerios gubernamentales (la Estación Orbital MIR exigía el trabajo de mas de 200 técnicos y 20 ministerios)

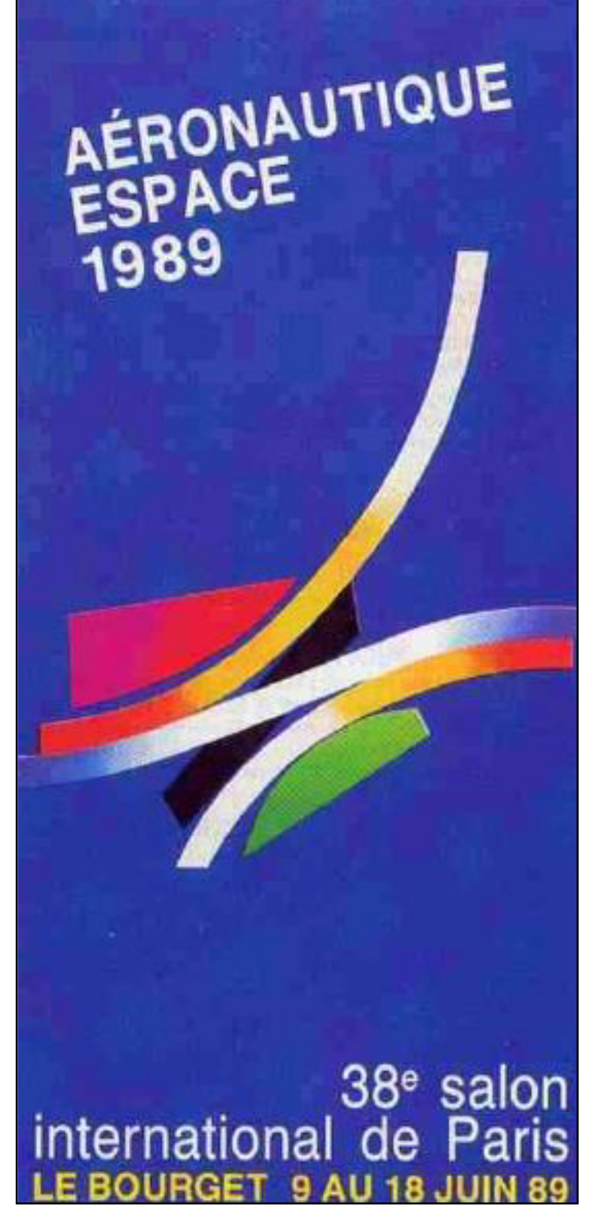






Transbordador Buran en muestras internacionales

El transbordador Buran (luego de un vuelo sin escalas desde Kiev) tuvo su única presentación pública sobre el avión An-225 del 09 al 18 de junio de 1989 en la mayor exposición occidental sobre temas aeroespaciales (en su 80 aniversario) el Salón Internacional de Aeronáutica y Astronáutica de Le Bourget, Francia, haciendo gala de la tecnología espacial soviética ante el mundo.









Noticias

Contenidos astronómicos educativos

A través del canal de Youtube de la Sociedad Lunar Argentina (SLA) se los invita a disfrutar del ciclo de charlas educativas Café Lunar y a diversos videos que tratan temas sobre astronáutica observaciones de la Luna, Sistema Solar, instituciones, etc, aquí los correspondientes enlaces.

Selenografía
https://www.youtube.com/watch?v=Ydq6eYM7OMQ&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=12

Zonas brillantes de corta duración en el amanecer lunar
https://www.youtube.com/watch?v=_MCrm4wmTM0&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=3

Cráteres con rayos brillantes (en Luna llena)
https://www.youtube.com/watch?v=-5KqLI2mrsc&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=15

Un paseo por Mare Crisium
https://www.youtube.com/watch?v=3GNlaPnyVwY&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=18

Que se puede observar en un eclipse de Luna
https://www.youtube.com/watch?v=0dYK5S-zvsk&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=19

Observación amateur de Dorsa lunares
https://www.youtube.com/watch?v=48aa9257olY&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=16

Mercurio y su observación
https://www.youtube.com/watch?v=Tn3IvAQmYEo&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh

Exploración del planeta Venus
https://www.youtube.com/watch?v=7nFz-iCDLJo&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=14

Observación de cometas, magnitud visual y fotométrica
https://www.youtube.com/watch?v=SFeJIS7VChA&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=4

Observación de meteoros, las Áridas
https://www.youtube.com/watch?v=optq4-pkXYo&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=17

Trapecio Austral, observando desde Mar del Plata, Argentina
https://www.youtube.com/watch?v=CfjDPcxpVYE&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=5

Dial Radio/TV, observación lunar por aficionados
https://www.youtube.com/watch?v=LeGtfCrefTs

LIADA, observación amateur de la Luna
https://www.youtube.com/watch?v=ttCN_hWf8R4

LIADA, regreso a la Luna… y mas allá
https://www.youtube.com/watch?v=21pcpk5-8eQ

LIADA, estudios científicos de los Fenómenos Lunares Transitorios
https://www.youtube.com/watch?v=UO8UFoQen7E

Bases lunares, historias y perspectivas
https://www.youtube.com/watch?v=rELeiz6pimw&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=8

Bases lunares, desafíos de la vida en la Luna
https://www.youtube.com/watch?v=u_A53QQwbzs&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=9

Bases lunares, colonización
https://www.youtube.com/watch?v=1-ne2WBy2uE&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=10

Semana Internacional del Espacio, 50 años Apollo-15 - Investigando Palus Putredinis
https://www.youtube.com/watch?v=UvpEzgOqyAY&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=11

Robertito, un proyecto lunar argentino
https://www.youtube.com/watch?v=F_7MRfraM7E&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=13

Cohetería en el aula
https://www.youtube.com/watch?v=K-pEeY6T_AQ&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=6

Artemis 1, la reconquista de la Luna
https://www.youtube.com/watch?v=MNAExx9N0JQ

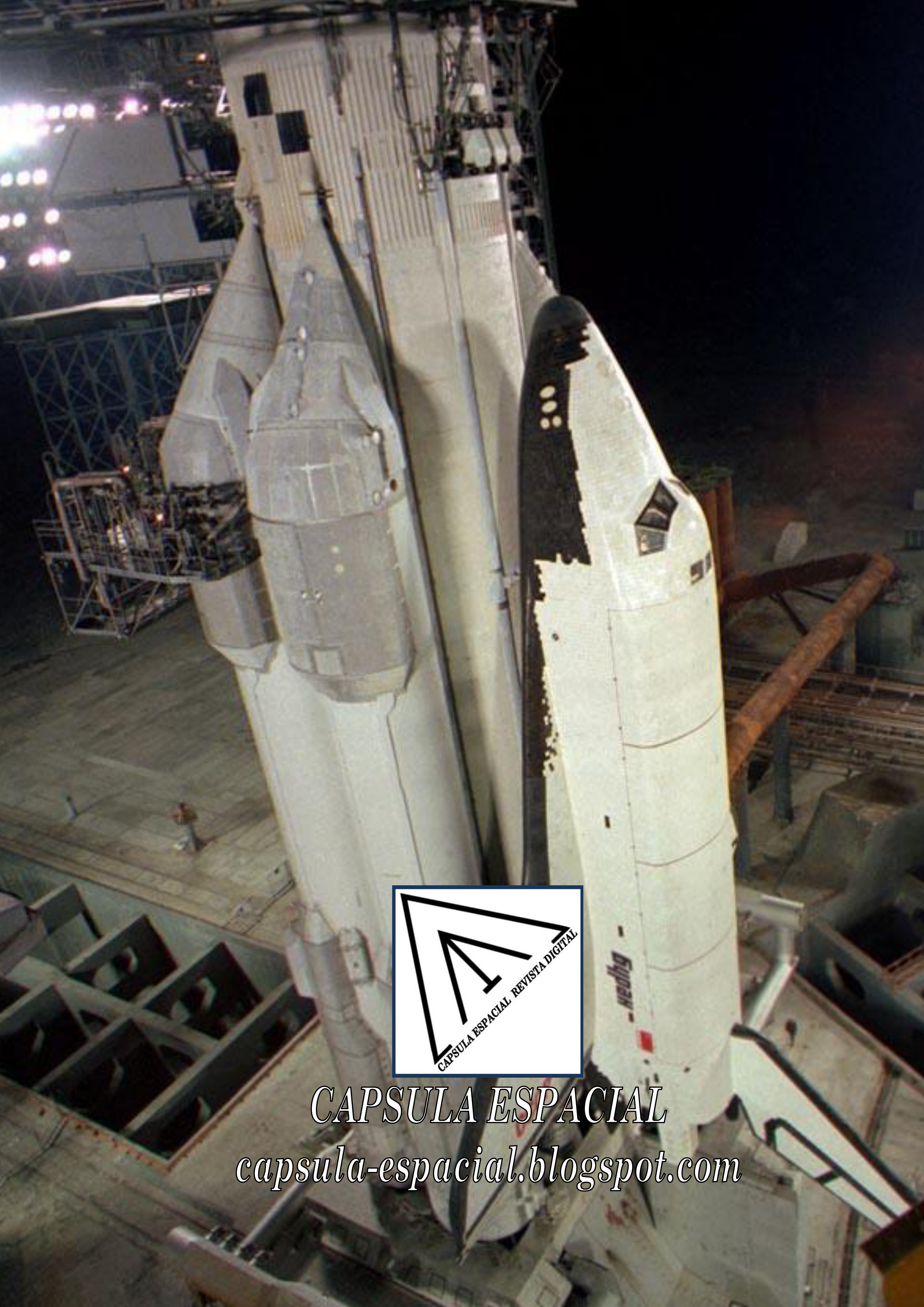
Fuentes de información y fotos vertidas en esta publicación

Buran; Wikipedia; varios artículos.

Hendrickh-Vis; Energiya-Buran, The soviet space shuttle; Praxis Publishing, 2007.

Revista Aeronáutica y Astronáutica; España; 1989.

Sistemas de Aviación y Espacio; MAI; Moscú; 1997.


Буран
CAPSULA ESPACIAL REVISTA DIGITAL
CAPSULA ESPACIAL
capsula-espacial.blogspot.com